

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年10月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-310649

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-310649 ]

出 願 人

Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

2003年 5月 9日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎

出証番号 出証特2003-3033577

【書類名】 特許願  
【整理番号】 PA02-051  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 F02D 41/04  
F02D 41/14

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 小嶋 和法

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 加古 純一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 上田 広一

【特許出願人】

【識別番号】 000003207  
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088971  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 大庭 咲夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100115185  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 加藤 慎治

【選任した代理人】

【識別番号】 100115233  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 樋口 俊一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の燃料噴射量制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関の燃焼室に接続された吸気通路内にて燃料を噴射する燃料噴射手段と

前記吸気通路を構成する部材への燃料付着量を推定する燃料付着量推定手段と

前記推定された吸気通路構成部材への燃料付着量に基いて前記燃料噴射手段から噴射される燃料噴射量を決定する燃料噴射量決定手段とを備え、

所定の機関始動条件が成立したとき前記燃料の噴射を開始するとともに所定の機関停止条件が成立したとき同燃料の噴射を停止するように構成された内燃機関の燃料噴射量制御装置であって、

前記所定の機関停止条件が成立した後、前記所定の機関始動条件が成立して前記燃料の噴射が開始される前に、前記吸気通路構成部材への実際の燃料付着量を略ゼロにするための特定処理を実行する特定処理実行手段を備えた内燃機関の燃料噴射量制御装置。

【請求項 2】

前記内燃機関の燃料噴射量制御装置が適用される内燃機関は、同内燃機関のモータリングを実行可能なモータリング手段により同モータリングを実行せしめられるように構成されていて、

前記特定処理実行手段は、前記特定処理として前記モータリング手段に前記内燃機関のモータリングを実行させる処理を実行するように構成された請求項 1 に記載の内燃機関の燃料噴射量制御装置。

【請求項 3】

前記特定処理実行手段は、前記所定の機関停止条件が成立した直後から前記モータリング手段に前記内燃機関のモータリングを実行させるように構成された請求項 2 に記載の内燃機関の燃料噴射量制御装置。

【請求項 4】

前記内燃機関の燃料噴射量制御装置が適用される内燃機関は、同内燃機関の排気通路を通過する排気ガスの一部を前記吸気通路内に導入するための導入用通路を備えていて、

前記特定処理実行手段は、前記モータリング手段に前記内燃機関のモータリングを実行させているとき前記導入用通路を介して前記排気ガスの一部を前記吸気通路内に導入するように構成された請求項 2 又は請求項 3 に記載の内燃機関の燃料噴射量制御装置。

【請求項 5】

前記特定処理実行手段が実行する前記特定処理により前記吸気通路構成部材への実際の燃料付着量が略ゼロになった後、前記所定の機関始動条件が成立して前記燃料の噴射が開始される前に、所定量の燃料を前記燃料噴射手段に噴射させる始動前噴射指示手段を備えた請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項に記載の内燃機関の燃料噴射量制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の燃料噴射量制御装置に係り、特に内燃機関の吸気系に付着する燃料付着量を推定し、推定した燃料付着量に応じて燃料噴射量を決定する燃料噴射量制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、この種の制御装置として、例えば下記特許文献 1 に開示された技術が知られている。この特許文献 1 に開示された内燃機関の燃料噴射量制御装置は、吸気通路壁面への燃料付着量を燃料挙動シミュレーションモデル（燃料付着モデル）に基づいて推定し、少なくとも推定した燃料付着量に応じて噴射すべき燃料の量を決定するようになっている。

【0003】

また、この装置は、内燃機関の回転停止後、機関停止中において、吸気通路壁面へ付着している燃料の蒸発速度を推定し、推定された蒸発速度に基づいて機関停

止中における吸気通路壁面への燃料付着量を推定するとともに、内燃機関の再始動時に、前記機関停止中において推定された吸気通路壁面への燃料付着量を上記燃料挙動シミュレーションモデルにて使用する吸気通路壁面への燃料付着量の初期値として設定するようになっている。これにより、内燃機関の再始動時における吸気通路壁面への燃料付着量が精度良く推定され得る。

【0004】

【特許文献1】

特開平1-63635号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記装置が開示されている特許文献1においては、上記推定される蒸発速度は吸気通路壁面温度のみの関数となることのみが記載されていて、同蒸発速度を正確に推定するための具体的な方法は開示されていない。また、機関停止中において上記装置により推定される吸気通路壁面への燃料付着量と同機関停止中における吸気通路壁面への実際の燃料付着量は必ずしも一致するとは限らない。

【0006】

従って、上記装置においては、内燃機関の再始動時における吸気通路壁面への燃料付着量の推定精度が低下する場合がある。この場合、前記再始動時の燃料噴射量が適正な量になるように決定されず、その結果、機関の空燃比を狙いとする空燃比に設定することができないことから再始動時の始動性（始動のしやすさ）が悪化し、また、エミッションの排出量が増大するという問題がある。

【0007】

よって、本発明の目的は、内燃機関の再始動時における燃料噴射量をより一層適正に決定することができる内燃機関の燃料噴射量制御装置を提供することにある。

【0008】

【本発明の概要】

本発明の特徴は、内燃機関の燃焼室に接続された吸気通路内にて燃料を噴射す

る燃料噴射手段と、前記吸気通路を構成する部材への燃料付着量を推定する燃料付着量推定手段と、前記推定された吸気通路構成部材への燃料付着量に基いて前記燃料噴射手段から噴射される燃料噴射量を決定する燃料噴射量決定手段とを備え、所定の機関始動条件が成立したとき前記燃料の噴射を開始するとともに所定の機関停止条件が成立したとき同燃料の噴射を停止するように構成された内燃機関の燃料噴射量制御装置が、前記所定の機関停止条件が成立した後、前記所定の機関始動条件が成立して前記燃料の噴射が開始される前に、前記吸気通路構成部材への実際の燃料付着量を略ゼロにするための特定処理を実行する特定処理実行手段を備えたことにある。

## 【 0 0 0 9 】

ここにおいて、「吸気通路を構成する部材」は、吸気管（インテークマニホールド）、吸気弁（特に、吸気弁の背面）、吸気通路に設けられる S C V 等の吸気制御弁を含んでよい。また、「略ゼロ」は、ゼロのみならず、吸気通路構成部材への燃料付着量はその値であるものとした場合に前記燃料噴射量決定手段により決定される燃料噴射量と、同燃料付着量がゼロであるものとした場合に同燃料噴射量決定手段により決定される燃料噴射量との差が小さく、その値をゼロであるものとして扱っても実質的に狙いとする空燃比を得ることができる程度に小さい値も含んでいる。

## 【 0 0 1 0 】

また、「所定の機関始動条件が成立したとき」は、例えば、内燃機関が停止している状態において運転者がイグニッションスイッチを O N から S T A R T に変更したとき、及び、内燃機関の始動後も車両の走行状態に応じて燃料の噴射を実行又は停止する制御が行われる車両（例えば、動力源として内燃機関と同内燃機関以外の電動機等の他の動力源を備えた所謂ハイブリッド車両、動力源として内燃機関のみを備えるが消費エネルギー削減のため走行状態に応じて燃料の噴射を実行・停止する制御が行われる車両）においては前記燃料の噴射を停止する制御が行われている状態から前記燃料の噴射を実行する制御が行われる状態に移行したとき等である。同様に、「所定の機関停止条件が成立したとき」は、例えば、燃料の噴射が実行されて内燃機関が運転されている状態において運転者がイグニ

ッションスイッチをONからOFFに変更したとき、及び、内燃機関の始動後も車両の走行状態に応じて燃料の噴射を実行又は停止する制御が行われる上記車両においては前記燃料の噴射を実行する制御が行われている状態から前記燃料の噴射を停止する制御が行われる状態に移行したとき等である。

## 【 0 0 1 1 】

これによれば、所定の機関停止条件が成立した後、所定の機関始動条件が成立して燃料の噴射が開始される前（以下、「機関停止中」と称呼する。）に、吸気通路構成部材への実際の燃料付着量が（略）ゼロになる。従って、所定の機関始動条件が成立して燃料の噴射が開始されるとき（再始動時）、燃料付着量推定手段により推定される吸気通路構成部材への燃料付着量の初期値をゼロ（機関停止中に所定量の燃料を燃料噴射手段により噴射する場合には同所定量）に設定した状態にて同燃料付着量推定手段による同燃料付着量の推定を開始するように構成すれば、内燃機関の再始動時における吸気通路構成部材への燃料付着量の推定値と実際値とを確実に一致させることができる。この結果、内燃機関の再始動時における燃料噴射量を適正な量になるように決定して狙いとする空燃比を得ることができることから、同再始動時の始動性が良好となり、また、エミッションの排出量が抑制される。

## 【 0 0 1 2 】

前記内燃機関の燃料噴射量制御装置が適用される内燃機関が、同内燃機関のモータリングを実行可能なモータリング手段により同モータリングを実行せしめられるように構成されている場合においては、前記特定処理実行手段は、前記特定処理として前記モータリング手段に前記内燃機関のモータリングを実行させる処理を実行するように構成されることが好適である。さらに、この場合、前記特定処理実行手段は、前記モータリング手段に前記内燃機関のモータリングを実行させている間も前記燃料付着量推定手段に吸気通路を構成する部材への燃料付着量を推定させるとともに、前記推定された吸気通路構成部材への燃料付着量が略ゼロになったときに前記モータリング手段に前記内燃機関のモータリングを停止させるように構成されることが好適である。

## 【 0 0 1 3 】



内燃機関のモータリングが実行されると、同内燃機関の吸気通路に空気が流入し、この空気の流れを利用して吸気通路構成部材に付着していた燃料が同吸気通路構成部材から離脱してシリンダ内（燃焼室内）に吸入される。この結果、吸気通路構成部材への燃料付着量は時間の経過と共に減少していき、所定の時間が経過すると同燃料付着量は略ゼロになる。

## 【 0 0 1 4 】

従って、上記のように、内燃機関がモータリング手段によりモータリングを実行せしめられるように構成されている場合においては、機関停止中にモータリング手段に内燃機関のモータリングを実行させるように構成すれば、吸気通路構成部材への実際の燃料付着量を略ゼロにするための（特定処理を実行する）専用の装置を新たに追加することなく簡易な構成にて、内燃機関の再始動前に同実際の燃料付着量を略ゼロにすることができる。

## 【 0 0 1 5 】

上記のように、特定処理実行手段が前記モータリング手段に内燃機関のモータリングを実行させるように構成されている場合には、同特定処理実行手段は、前記所定の機関停止条件が成立した直後から同モータリング手段に内燃機関のモータリングを実行させるように構成されることが好適である。

## 【 0 0 1 6 】

一般に、内燃機関の排気通路には排気ガス中の有害成分を浄化するための（三元）触媒が配設される。かかる触媒は暖機された状態にて良好な排気浄化機能を発揮する。また、前記所定の機関停止条件が成立した時点では、内燃機関はその時点まで或る程度継続して運転されていたので暖機されていることが多く、その結果、触媒も暖機されていることが多い。

## 【 0 0 1 7 】

従って、上記したように、前記所定の機関停止条件が成立した直後からモータリング手段に内燃機関のモータリングを実行させるように構成すれば、触媒が暖機された状態で、モータリングが実行されることになる。よって、モータリング実行中に吸気通路構成部材から離脱した燃料中のHC、CO等の未燃成分が排気ガスとなって触媒に流入したとき同触媒により同未燃成分が良好に浄化され得る

ので、モータリング実行中におけるエミッションの排出量を少なくすることができる。

【 0 0 1 8 】

また、上記のように、特定処理実行手段が前記モータリング手段に内燃機関のモータリングを実行させるように構成されている場合であって、同内燃機関の排気通路を通過する排気ガスの一部を前記吸気通路内に導入するための導入用通路が同内燃機関に備えられている場合（所謂 E G R システムが備えられている場合）においては、前記特定処理実行手段は、前記モータリング手段に前記内燃機関のモータリングを実行させているとき前記導入用通路を介して前記排気ガスの一部を前記吸気通路内に導入するように構成されることが好適である。

【 0 0 1 9 】

モータリング実行中に吸気通路から流入した空気や吸気通路構成部材から離脱した燃料は、既に暖機されているシリンダ、ピストン等により画定される燃料室内（シリンダ内、筒内）に流入することにより同シリンダ、ピストン等の熱により暖められてから排気ガスとなって排気通路を通過する。従って、上記したように、モータリング実行中に前記導入用通路を介して排気ガスの一部を吸気通路内に導入するように構成すれば、吸気通路構成部材に付着している燃料の近傍を通過する吸気（空気と排気ガスとの混合気）の温度が高くなる。

【 0 0 2 0 】

その結果、吸気通路構成部材に付着している燃料の蒸発が促進されるので、モータリング開始から吸気通路構成部材への実際の燃料付着量が略ゼロになるまでの時間を短縮できる。換言すれば、モータリング手段に内燃機関のモータリングを実行させる時間を短縮することができ、モータリングを実行する際にモータリング手段にエネルギーを供給する必要があるときには同モータリング手段の消費エネルギーを少なくすることができる。

【 0 0 2 1 】

また、上記いずれかの内燃機関の燃料噴射量制御装置においては、前記特定処理実行手段が実行する前記特定処理により前記吸気通路構成部材への実際の燃料付着量が略ゼロになった後、前記所定の機関始動条件が成立して前記燃料の噴射

が開始される前に、所定量の燃料を前記燃料噴射手段に噴射させる始動前噴射指示手段を備えることが好適である。

#### 【 0 0 2 2 】

所定の機関始動条件が成立して燃料の噴射が開始される時点（再始動時）では、内燃機関はその時点まで或る程度継続して停止されていたので完全に暖機されていないことが多く、この結果、燃料噴射手段（例えば、インジェクタ）から噴射された燃料が霧化（気化）されにくくシリンダ内に流入する燃料のうち液滴の状態となっている燃料の割合が多くなる。かかる液滴の状態となっている燃料は霧化された燃料に比してシリンダ内にて燃焼されにくい。従って、このような場合、排気ガス中のHC、CO等の未燃成分が多くなり、エミッションの排出量が増大する。従って、上記再始動時においては、燃料噴射手段から噴射される燃料噴射量を少なくすることが好ましい。

#### 【 0 0 2 3 】

一方、上記いずれかの内燃機関の燃料噴射量制御装置においては、燃料噴射量決定手段は、燃料付着量推定手段により推定された吸気通路構成部材への燃料付着量に基いて燃料噴射手段から噴射される燃料噴射量を決定するように構成されている。従って、再始動時において、燃料付着量推定手段により推定される吸気通路構成部材への燃料付着量の初期値をゼロより大きい所定量に設定した状態にて同燃料付着量推定手段による同燃料付着量の推定を開始するように構成すれば、再始動時において吸気通路構成部材に付着している所定量の燃料のうち同吸気通路構成部材から離脱してシリンダ内に吸入される燃料の量だけ燃料噴射手段から噴射される燃料噴射量を少なくすることができる。

#### 【 0 0 2 4 】

以上のことから、上記したように、前記特定処理により吸気通路構成部材への実際の燃料付着量が略ゼロになった後、前記所定の機関始動条件が成立して前記燃料の噴射が開始される前（再始動前）に、（ゼロより大きい）所定量の燃料を実際に噴射するように構成すれば、再始動時において燃料付着量推定手段により推定される吸気通路構成部材への燃料付着量の初期値を前記所定量に設定した状態にて同燃料付着量推定手段による同燃料付着量の推定を開始することにより、

内燃機関の再始動時において吸気通路構成部材への燃料付着量の推定値と実際値とを一致させることができ、且つ、燃料噴射手段から噴射される燃料噴射量を少なくすることができる。この結果、内燃機関の再始動時において燃料噴射量を適正な量に決定して狙いとする空燃比を得ることができることに加え、さらにエミッションの排出量を抑制することができる。

## 【 0 0 2 5 】

また、上記始動前噴射指示手段が前記燃料噴射手段に燃料を噴射させる前記所定量は、前記所定の機関始動条件が成立して前記燃料の噴射が開始された後の所定の時点において前記吸気通路構成部材に実際に付着しているであろうと推定される燃料の量であることが好適である。

## 【 0 0 2 6 】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明による内燃機関の燃料噴射量制御装置の実施形態について図面を参照しつつ説明すると、図 1 は、同燃料噴射量制御装置を適用した火花点火式多気筒（4 気筒）内燃機関 1 0 を搭載した車両の動力伝達系についての概略構成を示している。

## 【 0 0 2 7 】

この車両は、内燃機関 1 0 と電動モータ M の 2 種類の動力源を備え、走行状態に応じて 2 つの駆動力のどちらか一方、又は同 2 つの駆動力を最適に組み合わせた駆動力にて前輪を駆動して走行する前輪駆動型の所謂ハイブリッド車両である（図 1 において、太い実線は動力伝達経路を示している。）。より具体的には、この車両は、図 1 に示したように、内燃機関 1 0 と、電動モータ M と、車両の状態に応じて動力の伝達経路（及び方向）を切替可能な動力切替機構 P と、動力切替機構 P から入力される動力を前輪側の動力伝達系に伝達するトランスミッション T M とを備えている。

## 【 0 0 2 8 】

電動モータ M は、交流同期電動機であって、バッテリー B から供給される直流電力を所定の交流電力に変換するインバータ I から供給される同交流電力により駆動制御されるようになっている。

## 【 0 0 2 9 】

動力切替機構 P は、電動モータ M の動力のみをトランスミッション T M に伝達するモータ走行モード、内燃機関 1 0 の動力のみをトランスミッション T M に伝達するエンジン走行モード、及び内燃機関 1 0 の動力と電動モータ M の動力を共にトランスミッション T M に伝達するモータアシスト走行モードの 3 つの走行モードを有していて、これらの各モードのいずれかが選択されているとき、車両の前輪が駆動されるようになっている。

## 【 0 0 3 0 】

また、動力切替機構 P は、電動モータ M の動力を内燃機関 1 0 に伝達することで内燃機関 1 0 のモータリングを実行するモータリングモードを有していて、モータリングモードが選択されているとき、内燃機関 1 0 は燃料の噴射が停止されている状態で電動モータ M の駆動力により回転せしめられるようになっている（モータリングを実行されるようになっている）。従って、電動モータ M 及び動力切替機構 P はモータリング手段に相当している。

## 【 0 0 3 1 】

次に、本発明による内燃機関の燃料噴射量制御装置を上記内燃機関 1 0 に適用したシステムの概略構成について、図 2 を参照しつつ説明する。

## 【 0 0 3 2 】

図 2 に示したように、上記内燃機関 1 0 は、シリンダブロック、シリンダブロックローケース、及びオイルパン等を含むシリンダブロック部 2 0 と、シリンダブロック部 2 0 の上に固定されるシリンダヘッド部 3 0 と、シリンダブロック部 2 0 にガソリン混合気を供給するための吸気系統 4 0 と、シリンダブロック部 2 0 からの排ガスを外部に放出するための排気系統 5 0 とを含んでいる。

## 【 0 0 3 3 】

シリンダブロック部 2 0 は、シリンダ 2 1、ピストン 2 2、コンロッド 2 3、及びクランク軸 2 4 を含んでいる。ピストン 2 2 はシリンダ 2 1 内を往復動し、ピストン 2 2 の往復動がコンロッド 2 3 を介してクランク軸 2 4 に伝達され、これにより同クランク軸 2 4 が回転するようになっている。シリンダ 2 1 とピストン 2 2 のヘッドは、シリンダヘッド部 3 0 とともに燃焼室 2 5 を形成している。

## 【0034】

シリンダヘッド部30は、燃焼室25に連通した吸気ポート31、吸気ポート31を開閉する吸気弁32、吸気弁32を駆動するインテークカムシャフトを含むとともに同インテークカムシャフトの位相角を連続的に変更する可変吸気タイミング装置33、可変吸気タイミング装置33のアクチュエータ33a、燃焼室25に連通した排気ポート34、排気ポート34を開閉する排気弁35、排気弁35を駆動するエキゾーストカムシャフト36、点火プラグ37、点火プラグ37に与える高電圧を発生するイグニッションコイルを含むイグナイタ38、及び燃料を吸気ポート31内に噴射するインジェクタ（燃料噴射手段）39を備えている。

## 【0035】

吸気系統40は、吸気ポート31に連通し同吸気ポート31とともに吸気通路を形成するインテークマニホールドを含む吸気管41、吸気管41の端部に設けられたエアフィルタ42、吸気管41内にあって吸気通路の開口断面積を可変とするスロットルバルブ43、及びスワールコントロールバルブ（以下、「SCV」と称呼する。）44を備えている。スロットルバルブ43は、DCモータからなるスロットルバルブアクチュエータ43aにより吸気管41内で回転駆動されるようになっている。SCV44は、前記スロットルバルブ43よりも下流で前記インジェクタ39よりも上流の位置にて前記吸気管41に対し回転可能に支持されるとともに、DCモータからなるSCVアクチュエータ44aにより回転駆動されるようになっている。なお、本明細書においては、インテークマニホールドを含む吸気管41、吸気ポート31、吸気弁32、及びSCV44等を吸気通路を構成する部材（吸気通路構成部材）と称呼する。

## 【0036】

図3は、一つの気筒（特定の気筒）の燃焼室25、及び同燃焼室25の近傍部分の概略平面図である。図3に示したように、前記吸気ポート31は、実際には各気筒に一对一で設けられた吸気ポート31a、31bからなっている。吸気ポート31aは、燃焼室25内にスワール（旋回流）を発生させるようにヘリカル状に形成され所謂スワールポートを構成し、吸気ポート31bは所謂ストレート

ポートを構成している。

【 0 0 3 7 】

吸気管 4 1 のサージタンクから各燃焼室 2 5 に至る部分（即ち、インテークマニホールドの一部）には、吸気管 4 1 の長手方向に沿って伸びる隔壁 4 1 a が形成されていて、これにより吸気管 4 1 は吸気ポート 3 1 a に連通する第 1 インテークマニホールド 4 5 と、吸気ポート 3 1 b に連通する第 2 インテークマニホールド 4 6 とに区画されている。前記 S C V 4 4 は、第 2 インテークマニホールド 4 6 内において回動可能に支持され、第 2 インテークマニホールド 4 6 の開口断面積を変更し得るようになっている。

【 0 0 3 8 】

また、隔壁 4 1 a の適宜個所には第 1、第 2 インテークマニホールド 4 5、4 6 を連通する連通路 4 1 b が形成されていて、前記インジェクタ 3 9 は同連通路 4 1 b の近傍位置に固定され、吸気ポート 3 1 a、3 1 b に向けて燃料を噴射するようになっている。このとき、インジェクタ 3 9 から噴射された燃料は、その一部が前記吸気通路構成部材に付着する。

【 0 0 3 9 】

再び図 2 を参照すると、排気系統 5 0 は、排気ポート 3 4 に連通したエキゾーストマニホールド 5 1、エキゾーストマニホールド 5 1 に接続されたエキゾーストパイプ 5 2、エキゾーストパイプ 5 2 に介装された触媒コンバータ（三元触媒装置）5 3、導入用通路 5 4、及び導入用通路 5 4 の途中に配設されるとともに同導入用通路 5 4 を連通・遮断する E G R バルブ 5 5 を備えている。ここで、排気ポート 3 4、エキゾーストマニホールド 5 1、及びエキゾーストパイプ 5 2 は、排気通路を構成している。

【 0 0 4 0 】

導入用通路 5 4 は、排気ポート 3 4 の下流側近傍の排気通路と、スロットルバルブ 4 3 の下流側であってインジェクタ 3 9 の上流側の吸気通路とを連通する連通路である。従って、E G R バルブ 5 5 が開弁されているとき、排気通路を通過する排気ガスの一部が吸気管 4 1 内の負圧により、吸気通路内に導入されるようになっている。

## 【 0 0 4 1 】

一方、このシステムは、熱線式エアフローメータ 6 1、吸気温センサ 6 2、大気圧センサ（スロットルバルブ上流圧力センサ） 6 3、スロットルポジションセンサ 6 4、SCV開度センサ 6 5、カムポジションセンサ 6 6、クランクポジションセンサ 6 7、水温センサ 6 8、空燃比センサ 6 9、及びアクセル開度センサ 8 1を備えている。

## 【 0 0 4 2 】

エアフローメータ 6 1は、概略斜視図である図 4 に示したように、吸気管 4 1内を流れる吸入空気の一部をバイパスさせるバイパス通路と、このバイパス通路にバイパスされた吸入空気の質量流量を計測する熱線計量部 6 1 a と、計測された質量流量に応じた電圧  $V_g$  を出力する信号処理部 6 1 b とからなっている。熱線計量部 6 1 a は、その拡大斜視図である図 5 に示したように、白金熱線からなる吸気温計測用抵抗（ボビン部） 6 1 a 1 と、同吸気温計測用抵抗 6 1 a 1 を前記信号処理部 6 1 b に連結して保持するサポート部 6 1 a 2 と、加熱用抵抗（ヒータ） 6 1 a 3 と、同加熱用抵抗 6 1 a 3 を前記信号処理部 6 1 b に連結して保持するサポート部 6 1 a 4 とを備えている。信号処理部 6 1 b は、吸気温計測用抵抗 6 1 a 1 と加熱用抵抗 6 1 a 3 とで構成されたブリッジ回路を備え、このブリッジ回路により吸気温計測用抵抗 6 1 a 1 と加熱用抵抗 6 1 a 3 との温度差を常に一定に維持するように同加熱用抵抗 6 1 a 3 に供給する電力を調整するとともに、この供給する電力を前記電圧  $V_g$  に変換して出力するようになっている。

## 【 0 0 4 3 】

吸気温センサ 6 2 は、エアフローメータ 6 1 内に備えられていて、吸入空気の温度を検出し、吸気温度  $THA$  を表す信号を出力するようになっている。大気圧センサ 6 3 は、スロットルバルブ 4 3 の上流の圧力（即ち、大気圧）を検出し、スロットルバルブ上流圧力  $P_a$  を表す信号を出力するようになっている。スロットルポジションセンサ 6 4 は、スロットルバルブ 4 3 の開度を検出し、スロットルバルブ開度  $TA$  を表す信号を出力するようになっている。SCV開度センサ 6 5 は、SCV 4 4 の開度を検出し、SCV開度  $\theta_{iv}$  を表す信号を出力するようになっている。カムポジションセンサ 6 6 は、インテークカムシャフトが  $90^\circ$  回転する毎



に（即ち、クランク軸 2 4 が  $180^\circ$  回転する毎に）一つのパルスをもつ信号（G 2 信号）を発生するようになっている。クランクポジションセンサ 6 7 は、クランク軸 2 4 が  $10^\circ$  回転する毎に幅狭のパルスを有するとともに同クランク軸 2 4 が  $360^\circ$  回転する毎に幅広のパルスを有する信号を出力するようになっている。この信号は、エンジン回転速度  $N_e$  を表す。水温センサ 6 8 は、内燃機関 1 0 の冷却水の温度を検出し、冷却水温  $THW$  を表す信号を出力するようになっている。空燃比センサ 6 9 は、触媒コンバータ 5 3 に流入する排ガスの空燃比  $A/F$  に応じた電流を出力し、この電流に応じた電圧  $v_{abyfs}$  を出力するようになっている。アクセル開度センサ 8 1 は、運転者によって操作されるアクセルペダル 8 2 の操作量  $Accp$  を表す信号を出力するようになっている。

## 【 0 0 4 4 】

電気制御装置 7 0 は、互いにバスで接続された CPU 7 1、CPU 7 1 が実行するプログラム、テーブル（ルックアップテーブル、マップ）、定数等を予め記憶した ROM 7 2、CPU 7 1 が必要に応じてデータを一時的に格納する RAM 7 3、電源が投入された状態でデータを格納するとともに同格納したデータを電源が遮断されている間も保持するバックアップ RAM 7 4、及び AD コンバータを含むインターフェース 7 5 等からなるマイクロコンピュータである。インターフェース 7 5 は、前記センサ 6 1 ～ 6 9、8 1、並びに図示しない各種センサと接続され、CPU 7 1 にセンサ 6 1 ～ 6 9、8 1 等からの信号を供給するとともに、同 CPU 7 1 の指示に応じて可変吸気タイミング装置 3 3 のアクチュエータ 3 3 a、イグナイタ 3 8、インジェクタ 3 9、スロットルバルブアクチュエータ 4 3 a、SCV アクチュエータ 4 4 a、EGR バルブ 5 5、図 1 に示したインバータ I、及び動力切替機構 P に駆動・制御信号を送出するようになっている。

## 【 0 0 4 5 】

これにより、インバータ I は、バッテリー B から供給される直流電力を車両の走行状態に応じた所定の交流電力に変換し、電動モータ M は、インバータ I から供給される前記所定の交流電力に基き車両の走行状態に応じて駆動（トルク）制御されるようになっている。また、EGR バルブ 5 5 は、内燃機関 1 0 の運転状態に応じて、適宜、開閉制御されるようになっている。なお、RAM 7 3 内には

EGRバルブ状態フラグX EGRの値が格納されていて、CPU71は、EGRバルブ55が開弁されているときEGRバルブ状態フラグX EGRの値を「1」に設定するとともに、EGRバルブ55が閉弁されているときEGRバルブ状態フラグX EGRの値を「0」に設定するようになっている。

## 【0046】

また、動力切替機構Pのモードは、車両の（走行）状態に応じて選択されるようになっている。そして、内燃機関10は、動力伝達機構Pがエンジン走行モード又はモータアシスト走行モードが選択されている状態にあるときには燃料の噴射が実行されて駆動力を発生し、動力伝達機構Pがモータ走行モードが選択されている状態にあるときには燃料の噴射が停止されて駆動力を発生しないようになっている。

## 【0047】

この結果、内燃機関10は、燃料の噴射が停止されている状態において、ドライバーが図示しないイグニッションスイッチをONからSTARTに変更したとき、又はイグニッションスイッチがONの状態にあって動力伝達機構Pのモードがモータ走行モードからエンジン走行モード及びモータアシスト走行モードのいずれかに切替えられたとき（以下、「機関始動条件が成立したとき」と称呼する。）、図1に示したスタータSの駆動力により始動され、燃料の噴射が開始されるようになっている。一方、燃料の噴射が実行されて内燃機関10が運転されている状態において、ドライバーがイグニッションスイッチをONからOFFに変更したとき、又はイグニッションスイッチがONの状態にあって動力伝達機構Pのモードがエンジン走行モード及びモータアシスト走行モードのいずれかからモータ走行モードに切替えられたとき（以下、「機関停止条件が成立したとき」と称呼する。）、燃料の噴射が停止されて内燃機関10は運転を停止するようになっている。

## 【0048】

次に、上記のように構成された燃料噴射量制御装置による物理モデルを用いた燃料噴射量の決定方法について説明する。以下に述べる処理は、CPU71がプログラムを実行することによりなされる。

## 【 0 0 4 9 】

(要求燃料噴射量 $f_c$ の決定方法の概要)

この燃料噴射量制御装置は、吸気行程にある気筒の吸気弁 3 2 が閉じる前に同気筒に対して燃料を噴射しなければならないので、吸気弁 3 2 が閉じた時点で（即ち、吸気弁閉時に）同気筒内に吸入されているであろう吸入空気量（筒内吸入空気量）を予測する必要がある。一方、吸気弁閉時の吸気管圧力 $PMFWD$ は、燃焼室 2 5 に吸入されている空気量と比例関係にある。従って、吸気管圧力 $PMFWD$ を予測することができれば、実際の筒内吸入空気量を推定することができる。そこで、本燃料噴射量制御装置は、吸気弁閉時の吸気管圧力 $PMFWD$ を予測・推定し、推定した吸気管圧力 $PMFWD$ を一気筒の排気量と空気密度の積で除することにより一気筒当たりの吸入空気量に相当する値 $KLFWD$ を求め、下記数 1 に基づいて要求燃料噴射量（基本噴射量） $f_c$ を決定する。数 1 において、 $K$ は設定空燃比に応じて変化する係数である。

## 【 0 0 5 0 】

## 【数 1】

$$f_c = K \cdot KLFWD$$

## 【 0 0 5 1 】

なお、エアフローメータ 6 1 の出力電圧 $V_g$ と吸入空気量 $mtAFM$ との関係を規定した図 6 に示した $V_g$ - $mtAFM$ 変換テーブルと、エアフローメータ 6 1 の実際の出力電圧 $V_g$ とに基づいて現時点での吸入空気量 $mtAFM$ を求め、下記数 2 により要求燃料噴射量 $f_c$ を簡易的に求めてもよい。

## 【 0 0 5 2 】

## 【数 2】

$$f_c = K \cdot mtAFM$$

## 【 0 0 5 3 】

上記数 1 により要求燃料噴射量 $f_c$ を求める本実施形態の燃料噴射量制御装置は、以下のようにして吸気弁閉時の吸気管圧力 $PMFWD$ を予測する。即ち、図 7 に示したように、吸気弁閉時のスロットルバルブ開度 $TAS$ を予測するとともに、同予測したスロットルバルブ開度 $TAS$ 及びエンジン回転速度 $Ne$ 等から吸気弁閉時の吸

気管圧力 $P_{m1}$ を所定のモデルを用いて推定する。また、現時点においてスロットルポジションセンサ64が検出する実際のスロットルバルブ開度 $TAR$ とエンジン回転速度 $Ne$ 等に基づき、エアフローメータ61が現時点で出力するであろう値を推定し、この推定値に基づいて現時点の吸気管圧力 $P_{m2}$ を推定する。同時に、現時点においてエアフローメータ61の実際の出力電圧 $V_g$ に基づいて現時点の吸気管圧力 $P_{m3}$ を推定する。最後に、下記数3にしたがって吸気弁閉時の吸気管圧力 $PMFWD$ を求める。これにより、スロットルバルブ開度の予測値 $TAS$ に基づく推定値である吸気管圧力 $P_{m1}$ に含まれる定常的な誤差を、エアフローメータ61の実際の出力電圧 $V_g$ により補正し、吸気弁閉時の吸気管圧力 $PMFWD$ を精度良く推定する。

【0054】

【数3】

$$PMFWD = P_{m3} + (P_{m1} - P_{m2})$$

【0055】

なお、スロットルバルブ開度が一定に維持されていて内燃機関10が定常状態にある場合、吸気管圧力 $P_{m1}$ と吸気管圧力 $P_{m2}$ は等しくなるので、上記数3から理解されるように、吸気管圧力 $PMFWD$ は吸気管圧力 $P_{m3}$ と等しくなる。換言すると、定常運転状態では、実質的にエアフローメータ61の出力電圧 $V_g$ に基づいて吸気弁閉時の吸気管圧力 $PMFWD$ が決定されることになる。

【0056】

以下、各吸気管圧力 $P_{m1}$ 、 $P_{m2}$ 、 $P_{m3}$ の推定方法について、同推定に使用するモデルとともに説明する。

【0057】

( $P_{m1}$ の求め方)

図8に示したように、吸気管圧力 $P_{m1}$ は電子制御スロットルモデル $M1$ 、スロットルモデル $M2$ 、吸気弁モデル $M3$ 、及びインテークマニホールドモデル $M4$ により推定される。

【0058】

(1) 電子制御スロットルモデル $M1$

電子制御スロットルモデルM1は、現時点までのアクセルペダル操作量Accpに基づいて吸気弁閉時のスロットルバルブ開度TASを推定するモデルである。本実施形態においては、スロットルバルブ電子制御ロジックA1にて、アクセル開度センサ81により検出されたアクセルペダル操作量Accpと、図9に示したアクセルペダル操作量Accpと目標スロットルバルブ開度 $\theta_r$ との関係を規定するテーブルとに基づいて暫定的な目標スロットルバルブ開度 $\theta_{r1}$ が求められ、この暫定的な目標スロットルバルブ開度 $\theta_{r1}$ を所定時間T（例えば、64 msec）だけ遅延させた値が最終的な目標スロットルバルブ開度 $\theta_r$ として決定される。そして、スロットルバルブ電子制御ロジックA1（電気制御装置70）は、実際のスロットルバルブ開度TAが目標スロットルバルブ開度 $\theta_r$ となるようにスロットルバルブアクチュエータ43aに対して駆動信号を送出する。

#### 【0059】

このように、目標スロットルバルブ開度 $\theta_r$ は、現時点から所定時間Tだけ前の時点におけるアクセルペダル操作量Accpに応じて決定されるから、現時点から吸気弁閉時までの時間をtとすると、吸気弁閉時の目標スロットルバルブ開度 $\theta_r$ は、現時点から時間（ $T - t$ ）前における暫定的な目標スロットルバルブ開度 $\theta_{r1}$ と等しい。また、目標スロットルバルブ開度 $\theta_r$ は、スロットルバルブアクチュエータ43aの作動遅れ時間を無視すれば、スロットルバルブ開度TASと等しい。このような考えに基づき、電子制御スロットルモデルM1は、検出されるエンジン回転速度Neと、内燃機関10の運転状態に応じて別途定められる吸気弁の開閉タイミング（進角量）VT（上記信号Neと上記G2信号とにより求めた実際の開閉タイミングVTでも良い。）と等に基づいて現時点から吸気弁閉時までの時間tを求め、同時間tと、現時点から所定時間Tだけ前の時点から現時点までのアクセルペダル操作量Accp（又は、暫定的な目標スロットルバルブ開度 $\theta_{r1}$ ）の変化の経緯とに基づいて吸気弁閉時のスロットルバルブ開度TASを推定する。なお、スロットルバルブアクチュエータ43aの作動遅れ時間を考慮に加えて、吸気弁閉時のスロットルバルブ開度TASを推定してもよい。

#### 【0060】

#### （2）スロットルモデルM2

スロットルモデルM2は、スロットルバルブ43を通過する空気量（スロットル通過空気量） $m_t$ を、エネルギー保存則、運動量保存則、質量保存則、及び状態方程式に基づいて得られた下記数4及び下記数5に基づいて推定するモデルである。下記数4及び下記数5において、 $\mu$ は流量係数、 $A_t$ はスロットル開口面積、 $v$ はスロットルバルブ43を通過する空気の流速、 $P_a$ はスロットルバルブ上流圧力、 $P_m$ は吸気管圧力、 $T_a$ は吸気温度、 $\rho_m$ は吸気密度、 $R$ は気体定数、及び $\kappa$ は比熱比（以下、 $\kappa$ を一定値として扱う。）である。

【0061】

【数4】

$$m_t = \mu \cdot A_t \cdot v \cdot \rho_m = \mu \cdot A_t \cdot \{P_a / (R \cdot T_a)^{1/2}\} \cdot \Phi(P_m/P_a)$$

【0062】

【数5】

$$\Phi(P_m/P_a) = \begin{cases} \sqrt{\frac{\kappa}{2 \cdot (\kappa + 1)}} & (P_m/P_a) \leq \frac{1}{\kappa + 1} \\ \sqrt{\left\{ \frac{\kappa - 1}{2 \cdot \kappa} \cdot \left( 1 - \frac{P_m}{P_a} \right) + \frac{P_m}{P_a} \right\} \cdot \left( 1 - \frac{P_m}{P_a} \right)} & (P_m/P_a) > \frac{1}{\kappa + 1} \end{cases}$$

【0063】

ここで、上記数4は、 $k_1$ を所定の係数（ $= \mu \cdot A_t \cdot \{P_a / (R \cdot T_a)^{1/2}\}$ ）、 $m_{ts}$ を吸気弁閉時のスロットル通過空気量とするととき下記数6に書き換えられる。また、数6において、内燃機関10が定常状態にある場合（スロットルバルブ開度が一定である場合）のスロットル通過空気量を $m_{tsTA}$ 、及び吸気管圧力を $P_{mTA}$ とすると、下記数7が得られるので、数6及び数7から係数 $k_1$ を消去して下記数8を得ることができる。

【0064】

【数6】

$$m_{ts} = k_1 \cdot \Phi(P_m/P_a)$$

【0065】

【数7】

$$mtsTA = k1 \cdot \Phi (PmTA/Pa)$$

【0066】

【数8】

$$mts = \{mtsTA / \Phi (PmTA/Pa)\} \cdot \Phi (Pm/Pa)$$

【0067】

上記数8の右辺における値  $\{mtsTA / \Phi (PmTA/Pa)\}$  は、スロットルバルブ開度TAが一定であるときの吸入空気流量（スロットル通過空気量）に関する値であり、スロットルバルブ開度TA、エンジン回転速度Ne、吸気弁の開閉タイミングVT、及びスロットルバルブ上流圧力Paが決定されると、実質的に一意に定まる値である。スロットルモデルM2は、スロットルバルブ開度TA、エンジン回転速度Ne、吸気弁の開閉タイミングVT、及びスロットルバルブ上流圧力Paと、値  $\{mtsTA / \Phi (PmTA/Pa)\}$  との関係を規定したテーブルをROM72内に記憶していて、このテーブルと吸気弁閉時の推定スロットルバルブ開度TAS、実際のエンジン回転速度Ne、実際の吸気弁の開閉タイミングVT、及び実際のスロットルバルブ上流圧力Paとに基づいて値  $\{mtsTA / \Phi (PmTA/Pa)\}$  を求める。

【0068】

また、数8の右辺における値  $\Phi (Pm/Pa)$  は、上記数5から理解されるように、比熱比  $\kappa$  が一定であるとき、吸気管圧力Pmとスロットルバルブ上流圧力Paにより決定される値である。スロットルモデルM2は、吸気管圧力Pm及びスロットルバルブ上流圧力Paと、値  $\Phi (Pm/Pa)$  との関係を規定したテーブルをROM72内に記憶していて、このテーブルと、後述するインテークマニホールドモデルM4が現時点で既に演算している最新の吸気管圧力Pm、及び実際のスロットルバルブ上流圧力Paとに基づいて値  $\Phi (Pm/Pa)$  を求める。以上により、吸気弁閉時のスロットル通過空気量mtsが求められる。

【0069】

(3) 吸気弁モデルM3

吸気弁モデルM3は、吸気管圧力Pm、吸気管内温度Tm、及び吸気温度THA等か

ら筒内吸入空気流量 $mc$ を推定するモデルである。吸気弁閉弁時の気筒内圧力は吸気弁 3 2 の上流の圧力、即ち吸気弁閉時の吸気管圧力 $P_m$ とみなすことができるので、筒内吸入空気流量 $mc$ は吸気弁閉時の吸気管圧力 $P_m$ に比例する。そこで、吸気弁モデル M 3 は筒内吸入空気流量 $mc$ を、経験則に基づく下記数 9 にしたがって求める。

【 0 0 7 0 】

【数 9】

$$mc = (THA/T_m) \cdot (c \cdot P_m - d)$$

【 0 0 7 1 】

数 9 において、値  $c$  は比例係数、値  $d$  は筒内に残存していた既燃ガス量である。吸気弁モデル M 3 は、エンジン回転速度 $N_e$ 、及び吸気弁の開閉タイミング $V_T$ と、比例係数  $c$ 、及び既燃ガス量  $d$  との関係をそれぞれ規定するテーブルを ROM 7 2 内に格納していて、前記電子制御スロットルモデル M 1 によって推定された吸気弁閉時のスロットルバルブ開度 $TAS$ と、実際のエンジン回転速度 $N_e$ と、実際の吸気弁の開閉タイミング $V_T$ と前記格納しているテーブルとから比例係数  $c$ 、及び既燃ガス量  $d$  を求める。また、吸気弁モデル M 3 は、演算時点において、後述するインテークマニホールドモデル M 4 により既に推定されている直前（最新）の吸気弁閉時の吸気管圧力 $P_m$ と直前の吸気管内空気温度 $T_m$ とを上記数 9 に適用し、吸気弁閉時の筒内吸入空気流量 $mc$ を推定する。

【 0 0 7 2 】

(4) インテークマニホールドモデル M 4

インテークマニホールドモデル M 4 は、質量保存則とエネルギー保存則とにそれぞれ基づいた下記数 1 0 及び下記数 1 1 にしたがって、吸気弁閉時の吸気管圧力 $P_m$ と、吸気弁閉時の吸気管内温度 $T_m$ とを求める。なお、 $V$  は吸気管の容積、 $R$  は気体定数、 $m_t$  はスロットル通過空気量、 $T_a$  はスロットルバルブ通過空気温度（即ち、吸気温度 $THA$ ）である。

【 0 0 7 3 】

【数 1 0】

$$dP_m/dt = \kappa \cdot (R/V) \cdot (m_t \cdot T_a - mc \cdot T_m)$$



【 0 0 7 4 】

【 数 1 1 】

$$d(P_m/T_m) / dt = (R/V) \cdot (m_t - m_c)$$

【 0 0 7 5 】

図 8 に示したように、インテークマニホールドモデル M 4 は、スロットルモデル M 2 により推定されたスロットル通過空気量  $m_{ts}$  を上記数 1 0, 数 1 1 におけるスロットル通過空気量  $m_t$  として使用し、吸気弁モデル M 3 により推定された吸気弁閉時の筒内吸入空気流量  $m_c$  を上記数 1 0, 数 1 1 の筒内吸入空気流量  $m_c$  として使用する。なお、上記数 1 0 及び上記数 1 1 に基いて求められる吸気弁閉時の吸気管圧力  $P_m$  と吸気弁閉時の吸気管内温度  $T_m$  は、EGR バルブ 5 5 が閉弁されているとき (EGR バルブ状態フラグ X EGR の値が「0」になっているとき) に使用され、EGR バルブ 5 5 が開弁されているとき (EGR バルブ状態フラグ X EGR の値が「1」になっているとき) は、インテークマニホールドモデル M 4 は、吸気管 4 1 内に流入してくる排気ガスの影響を考慮するため、上記数 1 0 及び上記数 1 1 に基いて求めた吸気弁閉時の吸気管圧力  $P_m$  と吸気弁閉時の吸気管内温度  $T_m$  とをそれぞれ ROM 7 2 内に格納されている所定のテーブルを用いて補正して、最終的な吸気弁閉時の吸気管圧力  $P_m$  と最終的な吸気弁閉時の吸気管内温度  $T_m$  を求める。このインテークマニホールドモデル M 4 により推定された吸気管圧力  $P_m$  が、前記吸気弁閉時の推定吸気管圧力  $P_{m1}$  となる。

【 0 0 7 6 】

(  $P_{m2}$  の求め方 )

上記エアフローメータ 6 1 が現時点で出力するであろう値に基づく吸気管圧力  $P_{m2}$  は、上記スロットルモデル M 2 と同じモデルであるスロットルモデル M 5、エアフローメータモデル M 6、上記吸気弁モデル M 3 と同じ吸気弁モデル M 7、及び上記インテークマニホールドモデル M 4 と同じインテークマニホールドモデル M 8 により求められる。

【 0 0 7 7 】

( 5 ) スロットルモデル M 5

具体的に述べると、スロットルモデル M 5 は、上記数 8 を書換えた下記数 1 2

に従って、現時点におけるスロットル通過空気量 $mt_{THR}$ を推定する。

【0078】

【数12】

$$mt_{THR} = \{mts_{TA} / \Phi (P_{mTA}/Pa)\} \cdot \Phi (P_m/Pa)$$

【0079】

スロットルモデルM5は、上記数12の右辺における値 $\{mts_{TA} / \Phi (P_{mTA}/Pa)\}$ を、スロットルバルブ開度 $TA$ 、エンジン回転速度 $Ne$ 、吸気弁の開閉タイミング $VT$ 、及びスロットルバルブ上流圧力 $Pa$ と、値 $\{mts_{TA} / \Phi (P_{mTA}/Pa)\}$ との関係を規定した前記テーブルと、スロットルポジションセンサ64が実際に検出したスロットルバルブ開度 $TA$ （以下、「実スロットルバルブ開度 $TAR$ 」と称呼する。）、実際のエンジン回転速度 $Ne$ 、実際の又は計算された吸気弁の開閉タイミング $VT$ 、及び実際のスロットルバルブ上流圧力 $Pa$ とに基づいて求める。

【0080】

また、スロットルモデルM5は、数12の右辺における値 $\Phi (P_m/Pa)$ を、吸気管圧力 $P_m$ 及びスロットルバルブ上流圧力 $Pa$ と値 $\Phi (P_m/Pa)$ との関係を規定した前記テーブルと、後述するインテークマニホールドモデルM8が既に計算している最新の吸気管圧力 $P_{mR}$ 、及び実際のスロットルバルブ上流圧力 $Pa$ とに基づいて求める。以上により、現時点におけるスロットル通過空気量 $mt_{THR}$ が求められる。

【0081】

(6) エアフローメータモデルM6

エアフローメータモデルM6は、スロットル通過空気量が所定の量 $\alpha$ である場合に、エアフローメータ61が出力するであろう値を推定し、この推定値に基づいてスロットル通過空気量 $mt_R$ を推定するモデルである。この場合、上記所定の量 $\alpha$ は、スロットルモデルM5が推定したスロットル通過空気量 $mt_{THR}$ である。

【0082】

エアフローメータモデルM6は、まず、スロットル通過空気量 $mt_{THR}$ に対する完全放熱量 $W1$ ,  $W2$ を、同完全放熱量 $W1$ ,  $W2$ とスロットル通過空気量 $mt$ との関係を規定するテーブルと、前記求められたスロットル通過空気量 $mt_{THR}$ とに基づいて

求める。完全放熱量 $W1$ 、及び完全放熱量 $W2$ は、図 5 に示した熱線計量部 6 1 a のボビン部 6 1 a 1、及び同熱線計量部 6 1 a のサポート部 6 1 a 2 にそれぞれ対応した放熱遅れを含まない放熱量である。

【0 0 8 3】

次に、エアフローメータモデル $M6$ は、ボビン部 6 1 a 1、及びサポート部 6 1 a 2 にそれぞれ対応する放熱量であり、完全放熱量 $W1$ 、 $W2$ に対してそれぞれ一次遅れの特性を有する応答遅れを含む放熱量（応答放熱量） $w1, w2$ を下記数 1 3 及び下記数 1 4 にしたがって求める。数 1 3、数 1 4 における添え字  $i$  は今回の演算値、添え字  $i-1$  は前回の演算値を表し、 $\Delta t$  は前回の演算値を求めてから今回の演算値を求めるまでの時間である。

【0 0 8 4】

【数 1 3】

$$w1_i = \Delta t \cdot (W1_i - w1_{i-1}) / \tau 1 + w1_{i-1}$$

【0 0 8 5】

【数 1 4】

$$w2_i = \Delta t \cdot (W2_i - w2_{i-1}) / \tau 2 + w2_{i-1}$$

【0 0 8 6】

上記数 1 3、数 1 4 において、 $\tau 1$ 、及び $\tau 2$ は、ボビン部 6 1 a 1、及びサポート部 6 1 a 2 にそれぞれ対応する上記一次遅れ特性の時定数であり、下記数 1 5 及び下記数 1 6 により求められる。数 1 5、数 1 6 中の値 $k10, k20$ 、及び値 $m1, m2$ は、実験的に求められた値である。また、値 $u$ はエアフローメータ 6 1 の熱線計量部 6 1 a にバイパスされた単位断面積当たりの通過空気量であり、図 6 に示したエアフローメータ 6 1 の出力電圧 $Vg$ と実測された吸入空気量 $mtAFM$ との関係を規定する $Vg$ - $mtAFM$ 変換テーブルと、エアフローメータ 6 1 の実際の出力電圧 $Vg$ とに基づいて求められた吸入空気量 $mtAFM$ を、前記熱線計量部 6 1 a のバイパス流路断面積 $S$ で除した値（ $mtAFM/S$ ）である。

【0 0 8 7】

【数 1 5】

$$\tau 1 = k10 \cdot u^{m1}$$

【0088】

【数16】

$$\tau_2 = k_{20} \cdot u^m$$

【0089】

そして、エアフローメータモデルM6は、応答放熱量 $w_1, w_2$ の和( $w_1 + w_2$ )とエアフローメータ61が出力するであろう値に基づくスロットル通過空気量 $mt_R$ との関係を規定した図10に示したテーブルと、上記数13～数16により求められた応答放熱量 $w_1, w_2$ の和( $w_1 + w_2$ )とに基づいて、現時点でエアフローメータ61が出力するであろう値に基づくスロットル通過空気量 $mt_R$ を求める。

【0090】

(7) 吸気弁モデルM7

吸気弁モデルM7は、上記吸気弁モデルM3と同様に、上記数9にしたがって現時点における筒内吸入空気流量 $mc_R$ を求める。但し、吸気弁モデルM7は、後述するインテークマニホールドモデルM8により既に求められている現時点の吸気管圧力 $P_{mR}$ 、及び現時点の吸気管内温度 $T_{mR}$ を、上記数9における吸気管圧力 $P_m$ 、及び吸気管内温度 $T_m$ に適用する等、必要なパラメータを全て現時点のものとして数9の計算を行う。

【0091】

(8) インテークマニホールドモデルM8

インテークマニホールドモデルM8は、インテークマニホールドモデルM4と同様に、上記数10、数11を用いて現時点における吸気管圧力 $P_m$ と現時点における吸気管内温度 $T_m$ とを求める。但し、インテークマニホールドモデルM8は、上記エアフローメータモデルM6により求められたスロットル通過空気量 $mt_R$ 、及び上記吸気弁モデルM7により求められた現時点における筒内吸入空気流量 $mc_R$ を、それぞれ数10、数11におけるスロットル通過空気量 $mt$ 、及び筒内吸入空気流量 $mc$ として使用する。また、EGRバルブ55が開弁されているとき(EGRバルブ状態フラグ $X_{EGR}$ の値が「1」になっているとき)は、インテークマニホールドモデルM8は、上記数10及び上記数11に基づいて求めた現時点での吸気管圧力 $P_m$ と現時点での吸気管内温度 $T_m$ とをそれぞれインテークマニホールド

ドモデルM4にて使用される上記した所定のテーブルを用いて補正して、最終的な現時点での吸気管圧力 $P_m$ と最終的な現時点での吸気管内温度 $T_m$ を求める。このインテークマニホールドモデルM8により推定された $P_m$ が、前記エアフローメータ61が現時点で出力するであろう値に基づく吸気管圧力 $P_{m2}$ となる。

## 【0092】

( $P_{m3}$ の求め方)

上記エアフローメータ61の現時点における実際の出力電圧 $V_g$ に基づく吸気管圧力 $P_{m3}$ は、上記インテークマニホールドモデルM4、M8と同じモデルであるインテークマニホールドモデルM9により求められる。

## 【0093】

(9) インテークマニホールドモデルM9

具体的に述べると、インテークマニホールドモデルM9は、エアフローメータ61の出力電圧 $V_g$ と図6に示した $V_g$ - $mt$ AFM変換テーブルとにより求められる現時点の実測された吸入空気量 $mt$ AFMを上記数10、数11におけるスロットル通過空気量 $mt$ として使用するとともに、上記吸気弁モデルM7により求められた現時点での筒内吸入空気流量 $mcR$ を同数10、数11の筒内吸入空気流量 $mc$ として使用し、現時点での吸気管圧力 $P_m$ を求める。また、インテークマニホールドモデルM9は、EGRバルブ55が開弁されているときは、前記吸気管圧力 $P_m$ をインテークマニホールドモデルM4にて使用される上記した所定のテーブルを用いて補正して最終的な現時点での吸気管圧力 $P_m$ を求める。このインテークマニホールドモデルM9により推定された吸気管圧力 $P_m$ が、エアフローメータ61の現時点における実際の出力電圧 $V_g$ に基づく吸気管圧力 $P_{m3}$ となる。以上により、吸気管圧力 $P_{m1} \sim P_{m3}$ が求められ、本燃料噴射量制御装置は、上記数1及び数3にしたがって要求燃料噴射量 $f_c$ を求める。

## 【0094】

(燃料付着量推定、及び燃料噴射量制御の概要)

次に、本燃料噴射量制御装置が行う燃料付着量の推定方法、及び燃料噴射量決定方法の概要について説明する。図11に概念的に示したように、インジェクタ39から噴射された燃料は、その一部が吸気管41の壁面部、及び図11におい

て図示を省略した吸気弁等からなる吸気通路構成部材に付着する。

【0095】

より具体的に述べると、特定の気筒に着目した図12に示したように、 $f_i$ をインジェクタ39から同特定気筒の一吸気行程に対して噴射される燃料噴射量、 $f_w$ を吸気通路構成部材にすでに付着している燃料の量、 $P$ を吸気通路構成部材にすでに付着している燃料のうち一吸気行程を経た後に同吸気通路構成部材に付着したまま残留している燃料の割合（残留率 $P$ ）、 $R$ をインジェクタ39から噴射された前記燃料のうち吸気通路構成部材へ付着する燃料の割合（付着率 $R$ ）とすると、今回噴射された燃料のうち吸気通路構成部材に新たに付着する燃料量は $R \cdot f_i(k)$ であり、吸気通路構成部材にすでに付着していた燃料のうち同吸気通路構成部材に残留する燃料量は $P \cdot f_w(k)$ であるから、燃料付着量 $f_w(k+1)$ について下記数17が成立する。下記数17において、添え字 $k$ は今回の演算値（今回の吸気行程に対する値）、添え字 $k+1$ は次回の演算値（次回の吸気行程に対する値）をそれぞれ示している。下記数17は、燃料付着量の燃料付着モデルを記述したものであって、この演算を行う手段が燃料付着量推定手段に相当する。

【0096】

【数17】

$$f_w(k+1) = R \cdot f_i(k) + P \cdot f_w(k)$$

【0097】

従って、一吸気行程において、今回噴射された燃料のうち吸気通路構成部材に付着せず筒内に直接吸入される燃料量は $(1 - R) \cdot f_i(k)$ となり、吸気通路構成部材に付着していた燃料のうち同吸気通路構成部材から離脱して筒内に吸入される燃料量は $(1 - P) \cdot f_w(k)$ となるから、筒内に吸入される燃料量 $f_c(k)$ は下記数18により表すことができる。

【0098】

【数18】

$$f_c(k) = (1 - R) \cdot f_i(k) + (1 - P) \cdot f_w(k)$$

【0099】

ここで、上記残留率 $P$ 及び上記付着率 $R$ は、SCV開度センサ65により検出され

る S C V 開度  $\theta_{iv}$ 、クランクポジションセンサ 6 7 の出力に基くエンジン回転速度  $N_e$ 、水温センサ 6 8 により検出される冷却水温  $THW$ 、上記数 3 により計算されている最新の吸気弁閉時の吸気管圧力  $PMFWD$ 、E G R バルブ状態フラグ  $X E G R$  の値の関数  $f_p$  及び関数  $f_r$  にそれぞれ基く所定のテーブルにより決定される。

## 【 0 1 0 0 】

図 1 3 は、前記所定のテーブルにおいて S C V 開度  $\theta_{iv}$ 、エンジン回転速度  $N_e$ 、及び吸気管圧力  $PMFWD$  が所定の一定値であると仮定した場合における、冷却水温  $THW$  と、残留率  $P$  及び付着率  $R$  との関係をそれぞれ示したグラフである。図 1 3 に示したように、残留率  $P$  及び付着率  $R$  は共に、冷却水温  $THW$  が高くなるほど小さくなる。これは、冷却水温  $THW$  が高くなるほど吸気管 4 1 の壁面温度が高くなり、その結果、吸気通路構成部材に付着していた燃料の蒸発が促進され、且つ、インジェクタ 3 9 から噴射された燃料の霧化が促進されることに基く。

## 【 0 1 0 1 】

また、残留率  $P$  及び付着率  $R$  は共に、冷却水温  $THW$  が同一であるとき、E G R バルブ 5 5 が開弁されているときの方が E G R バルブ 5 5 が閉弁されているときよりも小さくなる。これは、吸気管 4 1 の壁面温度が同じであっても、E G R バルブ 5 5 が開弁されているときの方が吸気管 4 1 内に吸入される排気ガスの熱により吸気（空気と排気ガスの混合気）の温度が高くなるので、吸気通路構成部材に付着していた燃料の蒸発がより促進され、且つ、インジェクタ 3 9 から噴射された燃料の霧化がより促進されることに基く。

## 【 0 1 0 2 】

そして、上記数 1 8 の計算に必要な燃料付着量  $f_w(k)$  は、数 1 7 から順次求めることができるので、同数 1 8 の燃料量  $f_c(k)$  を上記数 1 又は数 2 により求められる筒内吸入空気量に基づく要求燃料噴射量  $f_c$  と置くことにより、燃料噴射量  $f_i(k)$  を決定することができる。このように、上記数 1 8 を利用して、燃料噴射量  $f_i(k)$  を演算する手段が、燃料噴射量決定手段を構成する。

## 【 0 1 0 3 】

(モータリングの実行方法の概要)

本燃料噴射量制御装置は、以上のように燃料噴射量  $f_i(k)$  を決定し、その量の

燃料を、吸気行程を迎える特定気筒に対して同特定気筒に対するインジェクタ 39 から噴射することにより内燃機関 10 を継続的に運転する。このとき、先に説明した機関停止条件が成立すると、本装置は、インジェクタ 39 からの燃料の噴射を停止して内燃機関 10 の運転を停止するとともに、同機関停止条件が成立した直後から吸気通路構成部材への実際の燃料付着量を略ゼロにするための特定処理として内燃機関 10 のモータリングを開始する。

## 【 0 1 0 4 】

具体的には、本装置は、機関停止条件が成立した直後から、動力切替機構 P のモードをモータリングモードに切替え、且つ、モータリング用の所定の交流電力が電動モータ M に供給されるようにインバータ I を制御することで、内燃機関 10 を所定の回転速度でモータリングする。このようにして電動モータ M に内燃機関 10 のモータリングを実行させる手段が、特定処理実行手段を構成する。

## 【 0 1 0 5 】

また、本装置は、機関停止条件が成立した時点において EGR バルブ 55 を開弁し（EGR バルブ状態フラグ X EGR の値が「1」になる）、モータリング実行中に渡り EGR バルブ 55 を開弁された状態に維持する。これにより、モータリング実行中においてシリンダ 21、ピストン 22 等の熱により暖められた排気ガスが吸気管 41 内に流入し、この結果、吸気通路構成部材に付着している燃料の蒸発が促進される。

## 【 0 1 0 6 】

さらに、本装置は、上記機関停止条件が成立した時点において上記数 17 に基づき燃料付着モデルが計算している燃料付着量  $f_w(k+1)$  を初期値として、下記数 19 に基いて、同機関停止条件成立時点以降モータリング実行中において時間の経過とともに減少していく吸気通路構成部材への燃料付着量  $f_w(k)$  を各気筒について所定時間の経過毎に求める（更新する）。

## 【 0 1 0 7 】

## 【数 19】

$$f_w(k) = P1 \cdot f_w(k)$$

## 【 0 1 0 8 】



上記数 1 9 において、 $P1$ は吸気通路構成部材にすでに付着している燃料のうち上記所定時間経過後に同吸気通路構成部材に付着したまま残留している燃料の割合（残留率 $P1$ ）であって、上記数 1 7 における残留率 $P$ と同様に、 $SCV$ 開度 $\theta_{iv}$ 、エンジン回転速度 $N_e$ 、冷却水温 $THW$ 、最新の吸気弁閉時の吸気管圧力 $PMFWD$ 、 $EGR$ バルブ状態フラグ $X_{EGR}$ の値の関数 $f_{p1}$ に基づく図 1 3 のテーブルと類似した所定のテーブルにより決定される。これにより、残留率 $P1$ は、残留率 $P$ と同様、 $EGR$ バルブ 5 5 が開弁されているときの方が $EGR$ バルブ 5 5 が閉弁されているときよりも小さくなる。従って、モータリング実行中は上記のように $EGR$ バルブ 5 5 は開弁されているので残留率 $P1$ は小さくなり、その結果、燃料付着量 $f_w(k)$ が上記所定時間の経過毎に減少していく速度が速くなる。

## 【 0 1 0 9 】

そして、本装置は、上記数 1 9 により計算している燃料付着量 $f_w(k)$ が全ての気筒についてゼロにほぼ等しい一定値である燃料付着量ゼロ化判定基準量 $f_{wref}$ 未満になるまでモータリングを継続し、燃料付着量 $f_w(k)$ が全ての気筒について燃料付着量ゼロ化判定基準量 $f_{wref}$ 未満になると、モータリング用の所定の交流電力の電動モータ $M$ への供給が停止されるようにインバータ $I$ を制御することでモータリングを停止する。これにより、上記機関停止条件が成立した後、吸気通路構成部材への実際の燃料付着量が強制的に（略）ゼロになるまで減少せしめられる。

## 【 0 1 1 0 】

## （始動前噴射処理の概要）

本燃料噴射量制御装置は、以上のようにして吸気通路構成部材への実際の燃料付着量を（略）ゼロになるまで減少させた後、先に説明した機関始動条件が成立するまで燃料の噴射を停止して内燃機関 1 0 を停止した状態に維持する。このとき、前記機関始動条件が成立すると、本装置は、スタータ $S$ の駆動に先立ち、以下のように決定される始動前噴射量 $f_{w0}$ （所定量）の燃料を全ての気筒に対して噴射する。

## 【 0 1 1 1 】

以下、始動前噴射量 $f_{w0}$ の決定方法について説明するにあたり、先ず、図 1 4

を参照しながら内燃機関 1 0 の始動時におけるエンジン回転速度 $N_e$ の時間に対する変化、及び一吸気行程あたりのシリンダ内（筒内）吸入空気量 $Q$ の時間に対する変化について説明する。図 1 4 （a）は、内燃機関 1 0 の始動時における一吸気行程あたりの筒内吸入空気量 $Q$ の時間に対する変化を示したタイムチャートであり、図 1 4 （b）は、同内燃機関 1 0 の始動時におけるエンジン回転速度 $N_e$ の時間に対する変化を示したタイムチャートであって、これらの各タイムチャートは、予め実験等により得られたものである。

#### 【 0 1 1 2 】

図 1 4 （b）に示したように、内燃機関 1 0 が停止している状態において、時刻 $t_0$ にてイグニッションスイッチがOFFからONに変更され、時刻 $t_1$ にてイグニッションスイッチがONからSTARTに変更されると、内燃機関 1 0 は、スタータSの駆動力により所定の回転速度で回転を開始するとともに、所定のタイミング毎にインジェクタ 3 9 からの燃料の噴射及び点火プラグ 3 7 による点火が開始される。この時刻 $t_0$ から時刻 $t_1$ までの間を「始動前」と称呼する。

#### 【 0 1 1 3 】

時刻 $t_2$ になると、内燃機関 1 0 はスタータSの駆動力を付与することなく自発的に回転（運転）を開始するとともに、そのエンジン回転速度 $N_e$ が増大を開始する。そして、時刻 $t_3$ になると、エンジン回転速度 $N_e$ が600rpmに達する。この時刻 $t_1$ から時刻 $t_3$ までの間を「始動中」と称呼する。その後、エンジン回転速度 $N_e$ は図 1 4 （b）に示すように変化する。この時刻 $t_3$ 以降を「始動後」と称呼する。

#### 【 0 1 1 4 】

一方、図 1 4 （a）に示すように、内燃機関 1 0 の一吸気行程あたりの筒内吸入空気量 $Q$ は、上記始動中においては、スロットルバルブ開度 $TA$ が最大値（一定値）に維持されることから一定値 $Q_1$ に維持されるとともに、上記始動後（エンジン回転速度 $N_e$ が600rpm以上になったとき）においては、上記したスロットルバルブ電子制御ロジックA1により始動直後におけるスロットルバルブ開度 $TA$ の制御が開始されることから図 1 4 （a）に示すように変化する。

#### 【 0 1 1 5 】

ここで、内燃機関 1 0 の始動後、エンジン回転速度 $N_e$ が 8 0 0 r p m に到達する時刻  $t_4$  における図 1 4 ( a ) に示された吸入空気量  $Q_0$  に着目すると、この吸入空気量  $Q_0$  に対して所定の空燃比（例えば、理論空燃比）を得るために必要な要求燃料噴射量（筒内流入燃料量） $fc_{start}$  は計算することができ、同要求燃料噴射量  $fc_{start}$  は予め R O M 7 2 に格納されている。また、時刻  $t_4$  では、吸気通路構成部材への燃料付着量  $fw(k)$  が時間に対して変化しない定常状態になっていると仮定すると、上記数 1 8 において、燃料噴射量  $fi(k)$  を要求燃料噴射量  $fc(k)$  と置き、さらに要求燃料噴射量  $fc(k)$  を前記要求燃料噴射量  $fc_{start}$  と置くことにより、時刻  $t_4$  において推定される燃料付着量  $fw(k)$  は、下記数 2 0 により表すことができる。

【 0 1 1 6 】

【数 2 0】

$$fw(k) = (R / (1 - P)) \cdot fc_{start}$$

【 0 1 1 7 】

本装置は、上記数 2 0 を利用して、機関始動条件成立時点（図 1 4 において時刻  $t_1$  に相当する。）にてスタータ  $S$  を駆動開始する直前に、始動後においてエンジン回転速度 $N_e$ が 8 0 0 r p m に達する時点（図 1 4 において時刻  $t_4$  に相当する。）における吸気通路構成部材への燃料付着量  $fw_0$  を下記数 2 1 に基いて推定（決定）する。

【 0 1 1 8 】

【数 2 1】

$$fw_0 = (R_0 / (1 - P_0)) \cdot fc_{start}$$

【 0 1 1 9 】

上記数 2 1 において、 $P_0$  及び  $R_0$  は、機関始動条件成立時点において推定されるエンジン回転速度 $N_e$ が 8 0 0 r p m に達する時点での残留率及び付着率であって、上記した残留率  $P$  及び付着率  $R$  を求めるための関数  $fp$  及び関数  $fr$  にそれぞれ基く所定のテーブルにおいて、 $SCV$  開度  $\theta_{iv}$ 、エンジン回転速度 $N_e$ 、吸気弁閉時の吸気管圧力  $PMFWD$  をそれぞれ所定の一定値  $\theta_{iv0}$ 、 $N_{e0}$  ( 8 0 0 r p m )、 $PMFWD_0$  に設定するとともに、 $EGR$  バルブ状態フラグ  $X_{EGR}$  の値を「0」に設定し、

冷却水温THWを前記機関始動条件成立時点において水温センサ68により得られる値に設定することにより決定される。換言すれば、上記残留率P0及び付着率R0は、機関始動条件成立時点における内燃機関10の実際の冷却水温THWのみに依存して決定される。

#### 【0120】

そして、本装置は、上記数21により計算（推定）した燃料付着量 $fw_0$ の燃料を始動前噴射量 $fw_0$ として全ての気筒に対して噴射した後（図14において時刻 $t_1$ 以降）、スタータSを駆動するとともに、吸気行程を迎える特定気筒に対して所定のタイミング毎にインジェクタ39から上記数18により計算される燃料噴射量 $fi(k)$ の燃料を噴射することで内燃機関10を始動させる。このようにして、始動前噴射量 $fw_0$ を全ての気筒に対してインジェクタ39から噴射させる手段が、始動前噴射指示手段を構成する。

#### 【0121】

ここで、上記数18により計算される燃料噴射量 $fi(k)$ の燃料の噴射が開始する時点（図14において時刻 $t_1$ ）にて設定される同数18における燃料付着量 $fw(k)$ の初期値は、上記始動前噴射量 $fw_0$ に設定される。従って、この時点において上記数18により計算される燃料噴射量 $fi(k)$ は、上記数18から明らかなように、 $(1 - P) \cdot fw_0$ に相当する量だけ少なくなるように計算される。

#### 【0122】

以上のようにして、本装置は、機関始動条件が成立して燃料の噴射が開始された後（上記始動後）の所定の時点において吸気通路構成部材に実際に付着しているであろうと推定される量の燃料（始動前噴射量 $fw_0$ ）を同燃料の噴射が開始される前（始動前）に全ての気筒に対して噴射する。

#### 【0123】

（実際の作動）

以下、上記内燃機関の燃料噴射制御装置の作動について、CPU71が実行するルーチン（プログラム）をフローチャートにより示した図15～図21を参照しながら説明する。なお、CPU71は運転者がイグニッションスイッチをOFFからONに変更した時点からこれらのルーチンの実行を開始する。

## 【 0 1 2 4 】

(燃料噴射制御実行中フラグ X P W R の設定)

C P U 7 1 は、図 1 5 に示した燃料噴射制御実行中フラグ X P W R の設定ルーチンを所定時間の経過毎に繰返し実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、C P U 7 1 はステップ 1 5 0 0 から処理を開始し、ステップ 1 5 0 5 に進んでイグニッションスイッチが O F F から O N に変更されたか否かをモニタする。

## 【 0 1 2 5 】

いま、内燃機関 1 0 が停止している状態から運転者がイグニッションスイッチを O F F から O N に変更したものとして説明を続けると、C P U 7 1 はステップ 1 5 0 5 にて「Y e s」と判定してステップ 1 5 1 0 に進み、燃料噴射制御実行中フラグ X P W R の値を「0」に設定する。燃料噴射制御実行中フラグ X P W R は、その値が「1」のとき上記数 1 8 により計算される燃料噴射量  $f_i(k)$  の燃料を噴射する制御を実行していることを示し、その値が「0」のとき同数 1 8 により計算される燃料噴射量  $f_i(k)$  の燃料を噴射する制御を実行していないことを示す。

## 【 0 1 2 6 】

次に、C P U 7 1 はステップ 1 5 1 5 に進んで、E G R バルブ 5 5 を閉状態にする。これにより、E G R バルブ状態フラグ X E G R の値は「0」に設定される。次いで、C P U 7 1 はステップ 1 5 2 0 に進んで、上記した機関始動条件が成立したか否かを判定する。現時点ではイグニッションスイッチが O F F から O N に変更された直後であるから機関始動条件は成立しておらず、C P U 7 1 はステップ 1 5 2 0 にて「N o」と判定してステップ 1 5 3 0 に進み、上記した機関停止条件が成立したか否かを判定する。現時点では機関停止条件も成立していないので、C P U 7 1 はステップ 1 5 3 0 にて「N o」と判定してステップ 1 5 9 5 に進んで本ルーチンを一旦終了する。

## 【 0 1 2 7 】

以降、C P U 7 1 は機関始動条件が成立するまで、ステップ 1 5 0 0、1 5 0 5、1 5 2 0、1 5 3 0、1 5 9 5 の処理を繰返し実行するようになる。そし

て、運転者がイグニッションスイッチをONからSTARTに変更すると、CPU71はステップ1520に進んだとき「Yes」と判定してステップ1525に進み、燃料噴射制御実行中フラグXPWRを「1」に設定し、ステップ1595に進んで本ルーチンを一旦終了する。これ以降、CPU71は機関停止条件が成立するまで、ステップ1500、1505、1520、1530、1595の処理を繰り返し実行するようになる。

## 【0128】

(始動前噴射処理の実行)

また、CPU71は、図16に示した始動前噴射処理を実行するためのルーチンを所定時間の経過毎に繰返し実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPU71はステップ1600から処理を開始し、ステップ1605に進んで燃料噴射制御実行中フラグXPWRの値が「0」から「1」に変化したか否かをモニタする。ここで、燃料噴射制御実行中フラグXPWRの値が変化していなければ、CPU71はステップ1605からステップ1695に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

## 【0129】

いま、運転者がイグニッションスイッチをONからSTARTに変更した直後(機関始動条件成立直後)であるとする、図15のステップ1525の処理により燃料噴射制御実行中フラグXPWRの値が「0」から「1」に変化した直後であるから、CPU71はステップ1605に進んだとき「Yes」と判定してステップ1610に進み、現時点にて水温センサ68により得られる冷却水温THWと、ステップ1610内に記載した関数fp及び関数frにそれぞれ基く所定のテーブルとに基いて、上記数21にて使用される機関始動条件成立時点において推定されるエンジン回転速度Neが800rpmに達する時点での残留率P0及び付着率R0をそれぞれ決定する。

## 【0130】

次に、CPU71はステップ1615に進んで、ステップ1610にて決定した残留率P0及び付着率R0と、ROM72に予め格納してある前記要求燃料噴射量fcstartと、上記数21の右辺に相当するステップ1615内に記載の式とに基

き始動前噴射量 $f_{w0}$ を計算する。

【0131】

次いで、CPU71はステップ1620に進んで、全ての気筒のインジェクタ39に対してステップ1615にて計算した始動前噴射量 $f_{w0}$ の燃料を噴射するための指示を行い、続くステップ1625にて燃料付着量 $f_w(k)$ の初期値を前記始動前噴射量 $f_{w0}$ に設定した後、ステップ1630に進んでスタータSを駆動するための指示を行い、本ルーチンを一旦終了する。以降、CPU71はステップ1605にて「No」と判定して直ちにステップ1695に進み、本ルーチンを一旦終了するようになる。

【0132】

上記したステップ1630の処理により、スタータSは運転者がイグニッションスイッチをSTARTに保持している間、駆動され続け、その結果、同スタータSの駆動力により内燃機関10のクランク軸24は所定の回転速度で回転を開始するとともに、所定時間毎に繰り返される図示しないルーチンの実行により、任意の気筒のクランク角度が所定のクランク角度になる毎に同任意の気筒に対して点火プラグ37による点火が開始される。かかる点火プラグ37による点火は、機関停止条件が成立するまで継続的に実行される。

【0133】

(始動中燃料噴射制御)

また、CPU71は、図17に示した始動中燃料噴射制御を実行するためのルーチンを、特定気筒のクランク角がその気筒の吸気上死点前の所定クランク角度（例えば、BTDC90° CA）になる毎に、繰り返し実行するようになっている。従って、任意の気筒のクランク角が前記所定のクランク角度になると、CPU71はステップ1700から処理を開始し、ステップ1705に進んで燃料噴射制御実行中フラグXPWRの値が「1」であって、且つ、エンジン回転速度 $N_e$ が600rpm未満（即ち、始動中）であるか否かを判定する。ここで、燃料噴射制御実行中フラグXPWRの値が「0」であるか、又は、燃料噴射制御実行中フラグXPWRの値が「1」であってもエンジン回転速度 $N_e$ が600rpm以上（即ち、始動後）であれば、CPU71はステップ1705からステップ1795に直接

進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0134】

いま、図16のステップ1630の処理により、内燃機関10がスタータSの駆動力により回転を開始した直後であるとする。エンジン回転速度 $N_e$ は600rpm未満であるので、CPU71はステップ1705に進んだとき「Yes」と判定してステップ1710に進み、現時点でのエンジン回転速度 $N_e$ と、冷却水温THWと、始動中における（始動用）要求燃料噴射量を求めるためのエンジン回転速度 $N_e$ 及び冷却水温THWの関数 $g$ に基くROM72に予め記憶されたテーブルとにより始動中における（始動用）今回の要求燃料噴射量 $f_c(k)$ を算出する。

【0135】

次いで、CPU71はステップ1715に進んで、SCV開度センサ65が検出するSCV開度 $\theta_{iv}$ 、クランクポジションセンサ67の出力に基づくエンジン回転速度 $N_e$ 、水温センサ68が検出する冷却水温THW、上記数3により計算される吸気管圧力PMFWD、及びEGRバルブ状態フラグX EGRの値（以下、これらの値を「引数パラメータ」と総称する。）と、前記引数パラメータと付着率 $R$ との関係を規定する予めROM72に記憶したテーブルとに基づき現時点での付着率 $R$ を決定するとともに、上記引数パラメータと残留率 $P$ との関係を規定する予めROM72に記憶したテーブルと、上記引数パラメータとに基づき現時点での残留率 $P$ を決定する。なお、上記吸気管圧力PMFWDは、所定時間毎に繰り返し実行される前述した図8に示したモデルに従う図示しないルーチンにより求められている。

【0136】

次いで、CPU71はステップ1720に進み、上記数18を変形して得た同ステップ1720に記載した式、上記ステップ1710にて求めた要求燃料噴射量 $f_c(k)$ 、上記ステップ1715にて決定した付着率 $R$ 及び残留率 $P$ 、及び図16のステップ1625にて設定した燃料付着量 $f_w(k)$ の初期値（始動前噴射量 $f_w(0)$ ）に基づいて今回の燃料噴射量 $f_i(k)$ を算出し、続くステップ1725にて上記数17に従って次回の燃料付着量 $f_w(k+1)$ を求める。

【0137】



次に、CPU 71はステップ1730に進んで、ステップ1725にて求めた燃料付着量 $f_w(k+1)$ を次回の演算のために燃料付着量 $f_w(k)$ に置き換え、次のステップ1735にてステップ1720にて決定した今回の燃料噴射量 $f_i(k)$ だけ燃料を噴射するように前記特定気筒に対するインジェクタ39に駆動信号を送出し、ステップ1795に進んで本ルーチンを一旦終了する。

## 【0138】

以上により、上記特定の気筒に対する始動中における（始動用）燃料噴射量が、燃料付着量及び要求燃料噴射量（筒内流入燃料量）に基づいて決定され、エンジン回転速度 $N_e$ が600rpmに達するまでの間、始動用燃料噴射量の燃料が同特定気筒に対するインジェクタ39から噴射される。なお、CPU 71は、他の気筒に対しても、図17のルーチンと同様なルーチンを同様なタイミングで実行する。

## 【0139】

（スロットルバルブ制御）

また、CPU 71は、図18に示したスロットルバルブ制御を実行するためのルーチンを所定時間（2msec）の経過毎に繰返し実行するようになっている。従って、所定のタイミングになるとCPU 71はステップ1800から開始し、ステップ1805に進んで、燃料噴射制御実行中フラグXPWRの値が「1」であって、且つ、エンジン回転速度 $N_e$ が600rpm以上（即ち、始動後）であるか否かを判定する。ここで、燃料噴射制御実行中フラグXPWRの値が「0」であるか、又は、燃料噴射制御実行中フラグXPWRの値が「1」であってもエンジン回転速度 $N_e$ が600rpm未満（即ち、始動中）であれば、CPU 71はステップ1805からステップ1895に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

## 【0140】

いま、図17のルーチンを繰返し実行することによりエンジン回転速度 $N_e$ が増加を開始して600rpm以上（始動後）になっているものとする、CPU 71はステップ1805にて「Yes」と判定してステップ1810に進み、アクセルペダル操作量Accpを読み込む。次いで、CPU 71はステップ1815に進み、同ステップ1815にて図9と同じテーブルを用いることにより上記読み

込んだアクセルペダル操作量 $Accp$ に基づく暫定的な目標スロットルバルブ開度 $\theta_{r1}$ を求める。

#### 【0141】

次に、CPU71はステップ1820に進んで変数 $I$ を「64」に設定し、続くステップ1825にて記憶値 $\theta_r(I)$ に $\theta_r(I-2)$ の値を格納する。現時点では、変数 $I$ は「64」であるから、記憶値 $\theta_r(64)$ に記憶値 $\theta_r(62)$ の値が格納される。次いで、CPU71はステップ1830に進み、変数 $I$ が「2」と等しくなったか否かを判定する。この場合、変数 $I$ の値は「64」であるから、CPU71はステップ1830にて「No」と判定してステップ1835に進み、同ステップ1835にて変数 $I$ の値を「2」だけ減少し、その後上記ステップ1825に戻る。この結果、ステップ1825が実行されると、記憶値 $\theta_r(62)$ に記憶値 $\theta_r(60)$ の値が格納される。このような処理は、変数 $I$ の値が「2」となるまで繰り返し実行される。

#### 【0142】

その後、ステップ1835の処理が繰り返されて変数 $I$ の値が「2」となると、CPU71はステップ1830にて「Yes」と判定してステップ1840に進み、同ステップ1840にて前記ステップ1815にて求めた現時点における暫定的な目標スロットルバルブ開度 $\theta_{r1}$ を記憶値 $\theta_r(0)$ に格納する。以上により、現時点から $I$  msec前 ( $0 \text{ msec} \leq I \text{ msec} \leq 64 \text{ msec}$ ) の暫定的な目標スロットルバルブ開度 $\theta_r(I)$  ( $I = 64, 62, \dots, 4, 2, 0$ ) がRAM73内に記憶されることになる。

#### 【0143】

次に、CPU71はステップ1845に進み、同ステップ1845にて記憶値 $\theta_r(64)$ を最終的な目標スロットルバルブ開度 $\theta_r$ として設定し、続くステップ1850にて実際のスロットルバルブ開度が目標スロットルバルブ開度 $\theta_r$ と等しくなるように、スロットルバルブアクチュエータ43aに対し駆動信号を出力し、その後ステップ1895にて本ルーチンを一旦終了する。

#### 【0144】

以降においても、上記ルーチンの処理は2 msecの経過毎に実行される。この結

果、実際のスロットルバルブ開度が、64 msec前のアクセルペダル操作量Accpに基づく目標スロットルバルブ開度 $\theta_r$ と等しくなるように制御される。これにより、上記電子制御スロットルモデルM1による吸気弁閉時のスロットルバルブ開度TASの推定が可能となる。

## 【0145】

(吸気弁開閉タイミング制御、及びSCV開度制御)

また、CPU71は、図19に示した吸気弁開閉タイミング制御、及びSCV開度制御を実行するためのルーチンを所定時間（例えば、2 msec）の経過毎に繰り返し実行するようになっている。従って、所定のタイミングになるとCPU71はステップ1900から開始し、ステップ1905に進んで、燃料噴射制御実行中フラグXPWRの値が「1」であって、且つ、エンジン回転速度Neが600 rpm以上（即ち、始動後）であるか否かを判定する。ここで、燃料噴射制御実行中フラグXPWRの値が「0」であるか、又は、燃料噴射制御実行中フラグXPWRの値が「1」であってもエンジン回転速度Neが600 rpm未満（即ち、始動中）であれば、CPU71はステップ1905からステップ1995に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

## 【0146】

現時点では、エンジン回転速度Neが600 rpm以上（始動後）になっているので、CPU71はステップ1905にて「Yes」と判定してステップ1910に進みクランクポジションセンサ67の出力に基づくエンジン回転速度Neを読み込むとともに、ステップ1915にて前述した筒内吸入空気量に相当する値KLFW（即ち、エンジン負荷）を読み込む。なお、筒内吸入空気量に相当する値KLFWは、所定時間毎に繰り返し実行される前述した要求噴射量の決定方法（図8に示したモデル）に従う図示しないルーチンにより求められている。

## 【0147】

次に、CPU71はステップ1920に進み、同ステップ1920内に示したテーブルと上記読み込んだエンジン回転速度Ne及び筒内吸入空気量相当値KLFWとに基づいて吸気弁の開閉タイミング（進角量）VTを決定し、続くステップ1925にて実際の進角量が前記決定した進角量VTとなるように、アクチュエータ3

3 a に駆動信号を出力する。なお、ステップ 1 9 2 0 に示したテーブルにおいては、VT1, VT2, VT3 の順に進角量が大きくなるように設定されている。

## 【 0 1 4 8 】

次いで、CPU 7 1 はステップ 1 9 3 0 に進み、同ステップ 1 9 3 0 内に示したテーブルと上記読み込んだエンジン回転速度 Ne 及び筒内吸入空気量相当値 KLFWD とに基づいて目標 SCV 開度  $\theta_{ivr}$  を決定し、続くステップ 1 9 3 5 にて実際の SCV 開度が前記決定した目標 SCV 開度  $\theta_{ivr}$  となるように、アクチュエータ 4 4 a に駆動信号を出力する。なお、ステップ 1 9 3 0 に示したテーブルにおいては、 $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $\theta_3$  の順に進角量が大きくなるように設定されている。

## 【 0 1 4 9 】

以降においても、上記処理は 2 msec の経過毎に実行される。この結果、実際の吸気弁開閉タイミングの進角量と実際の SCV 開度が、エンジン回転速度 Ne と筒内吸入空気量相当値 KLFWD に応じた値に変更される。

## 【 0 1 5 0 】

(始動後燃料噴射制御)

また、CPU 7 1 は、図 2 0 に示した始動後燃料噴射制御を実行するためのルーチンを、特定気筒のクランク角がその気筒の吸気上死点前の所定クランク角度（例えば、BTDC90° CA）になる毎に、繰り返し実行するようになっている。従って、任意の気筒のクランク角が前記所定のクランク角度になると、CPU 7 1 はステップ 2 0 0 0 から処理を開始し、ステップ 2 0 0 5 に進んで燃料噴射制御実行中フラグ X PWR の値が「1」であって、且つ、エンジン回転速度 Ne が 6 0 0 r p m 以上（即ち、始動後）であるか否かを判定する。ここで、燃料噴射制御実行中フラグ X PWR の値が「0」であるか、又は、燃料噴射制御実行中フラグ X PWR の値が「1」であってもエンジン回転速度 Ne が 6 0 0 r p m 未満（即ち、始動中）であれば、CPU 7 1 はステップ 2 0 0 5 からステップ 2 0 9 5 に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

## 【 0 1 5 1 】

現時点では、エンジン回転速度 Ne が 6 0 0 r p m 以上（始動後）になっているので、CPU 7 1 はステップ 2 0 0 5 にて「Y e s」と判定してステップ 2 0 1

0に進み、図8に示したモデルに従って別途計算されている上記吸気弁閉時の筒内吸入空気量に相当する値 $KL_{FWD}$ と、上記数1の右辺に基くステップ2010内に記載の式とに基き今回の要求燃料噴射量 $f_c(k)$ を算出する。

#### 【0152】

次いで、CPU71はステップ2015に進んで、前記引数パラメータと、同引数パラメータと付着率 $R$ との関係を規定する予めROM72に記憶したテーブルとに基き現時点での付着率 $R$ を決定するとともに、上記引数パラメータと残留率 $P$ との関係を規定する予めROM72に記憶したテーブルと、上記引数パラメータとに基き現時点での残留率 $P$ を決定する。

#### 【0153】

次いで、CPU71はステップ2020に進み、上記数18を変形して得た同ステップ2020に記載した式、上記ステップ2010にて求めた要求燃料噴射量 $f_c(k)$ 、上記ステップ2015にて決定した付着率 $R$ 及び残留率 $P$ 、及び図17のステップ1730にて更新されていた最新の燃料付着量 $f_w(k)$ に基いて今回の燃料噴射量 $f_i(k)$ を算出し、続くステップ2025にて上記数17に従って次の燃料付着量 $f_w(k+1)$ を求める。

#### 【0154】

次に、CPU71はステップ2030に進んで、ステップ2025にて求めた燃料付着量 $f_w(k+1)$ を次の演算のために燃料付着量 $f_w(k)$ に置き換え、次のステップ2035にてステップ2020にて決定した今回の燃料噴射量 $f_i(k)$ だけ燃料を噴射するように前記特定気筒に対するインジェクタ39に駆動信号を送出し、ステップ2095に進んで本ルーチンを一旦終了する。

#### 【0155】

以上により、上記特定の気筒に対する始動後における燃料噴射量が、燃料付着量及び要求燃料噴射量（筒内流入燃料量）に基いて決定され、エンジン回転速度 $N_e$ が600rpm以上になっている間、上記始動後における燃料噴射量の燃料が同特定気筒に対するインジェクタ39から噴射される。なお、CPU71は、他の気筒に対しても、図20のルーチンと同様なルーチンを同様なタイミングで実行する。

## 【 0 1 5 6 】

(モータリングの実行)

また、CPU 7 1 は、図 2 1 に示したモータリングを実行するためのルーチンを所定時間（例えば、2 msec）の経過毎に繰り返し実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると CPU 7 1 はステップ 2 1 0 0 から開始し、ステップ 2 1 0 5 に進んで、燃料噴射制御実行中フラグ X P W R の値が「1」から「0」に変化したか否かをモニタする。

## 【 0 1 5 7 】

いま、内燃機関 1 0 が運転中である状態にてイグニッションスイッチが ON に維持されていて、且つ車両の走行状態に応じて CPU 7 1 が動力切替機構 P のモードをエンジン走行モード又はモータアシスト走行モードからモータ走行モードに変更したものとして説明を続けると、この時点で機関停止条件が成立しているので、CPU 7 1 は図 1 5 のステップ 1 5 3 0 に進んだとき「Y e s」と判定してステップ 1 5 3 5 に進み、燃料噴射制御実行中フラグ X P W R の値を「1」から「0」に変更する。また、これにより、CPU 7 1 は図 2 0 のステップ 2 0 0 5 にて「N o」と判定してステップ 2 0 9 5 に直接進むようになる。この結果、インジェクタ 3 9 からの燃料の噴射が停止されるとともに、点火プラグ 3 7 による点火も停止されて、内燃機関 1 0 は駆動運転を停止する。一方、車両は、電動モータ M の駆動力によって前輪が駆動されることにより走行するようになる。

## 【 0 1 5 8 】

このとき、CPU 7 1 が図 2 1 のステップ 2 1 0 5 に進むと、燃料噴射制御実行中フラグ X P W R の値が「1」から「0」に変更された直後であるから、同ステップ 2 1 0 5 にて「Y e s」と判定してステップ 2 1 1 0 に進み、モータリング実行中フラグ X M の値を「1」に設定する。モータリング実行中フラグ X M は、その値が「1」のとき電動モータ M によるモータリングを実行していることを示し、その値が「0」のとき電動モータ M によるモータリングを実行していないことを示す。

## 【 0 1 5 9 】

次に、CPU 7 1 はステップ 2 1 1 5 に進んで E G R バルブ 5 5 を開状態にす

る（従って、EGRバルブ状態フラグX EGRの値が「1」になる）。これにより、後述するモータリング実行中に渡り、既に暖機されているシリンダ21、ピストン22等の熱により暖められた排気ガスが吸気管41内に流入する。次いで、CPU71はステップ2120に進んでモータリング実行中フラグXMの値が「1」になっているか否かを判定する。現時点では、モータリング実行中フラグXMの値は「1」になっているので、CPU71はステップ2120にて「Yes」と判定してステップ2125に進み、電動モータMに内燃機関10のモータリングを実行させる。これにより、内燃機関10は燃料の噴射が停止されている状態で所定の回転速度で回転を開始する。

## 【0160】

次いで、CPU71はステップ2130に進んで、現時点でSCV開度センサ65により検出されるSCV開度 $\theta_{iv}$ 、クランクポジションセンサ67の出力に基づくエンジン回転速度 $N_e$ 、水温センサ68により検出される冷却水温THW、上記数3により計算されている最新の吸気弁閉時の吸気管圧力PMFWD、及びEGRバルブ状態フラグX EGRの値（この時点では「1」）の関数 $f_{p1}$ に基づく図13のテーブルと類似した所定のテーブルにより、モータリング中の残留率 $P_1$ を決定するとともに、続くステップ2135にて、現時点まで継続して図20のステップ2030にて計算（更新）されていた（上記機関停止条件成立時点での）吸気通路構成部材への最新の燃料付着量 $f_w(k)$ と、ステップ2130にて決定した残留率 $P_1$ と、上記数19の右辺に基くステップ2135内に記載の式とに基き、モータリング実行中において時間の経過とともに減少していく燃料付着量 $f_w(k)$ を各気筒について求める（更新する）。

## 【0161】

次に、CPU71はステップ2140に進んで、燃料付着量 $f_w(k)$ が全ての気筒について燃料付着量ゼロ化判定基準量 $f_{wref}$ 未満になっている否かを判定する。現時点では、モータリングを開始した直後であって燃料付着量 $f_w(k)$ が全ての気筒について燃料付着量ゼロ化判定基準量 $f_{wref}$ 未満になっていないので、CPU71はステップ2140にて「No」と判定してステップ2195に進み、本ルーチンを一旦終了する。

## 【0162】

以降、CPU71は、燃料付着量 $fw(k)$ が前記所定時間の経過毎に次第に減少していき、全ての気筒について前記燃料付着量ゼロ化判定基準量 $fw_{ref}$ 未満になるまで、ステップ2100、2105、2120～2140、2195の処理を繰り返し実行するようになる。そして、燃料付着量 $fw(k)$ が全ての気筒について前記燃料付着量ゼロ化判定基準量 $fw_{ref}$ 未満になると、CPU71はステップ2140に進んだとき「Yes」と判定してステップ2145に進み、モータリング実行中フラグXMの値を「0」に設定し、ステップ2195に進んで本ルーチンを一旦終了する。

## 【0163】

この時点以降、CPU71はステップ2120に進んだとき「No」と判定してステップ2150に進むようになる。そして、いま、ステップ2145の処理によりモータリング実行中フラグXMの値が「1」から「0」に変更された直後であるものとする、CPU71はステップ2150に「Yes」と判定してステップ2155に進み、電動モータMによるモータリングを停止する。

## 【0164】

次いで、CPU71はステップ2160に進み、イグニッションスイッチがONになっている否かを判定する。先に説明したように、現時点では、イグニッションスイッチはONに維持されているのでCPU71はステップ2160にて「Yes」と判定して本ルーチンを一旦終了する。以降、CPU71は、ステップ2105にて「No」と判定してステップ2120に進んだ後、ステップ2120、2150にて共に「No」と判定してステップ2195に進み、本ルーチンを一旦終了するようになる。

## 【0165】

このようにして、本装置は、前記機関停止条件成立後、電動モータMによるモータリングを実行して各気筒の吸気通路構成部材への燃料付着量を略ゼロにした後、同モータリングを停止するとともに、その後において機関始動条件が成立するまで内燃機関10を停止状態に維持する。

## 【0166】



次に、イグニッションスイッチがONに維持されていて動力切替機構Pのモードがモータ走行モードになっている状態（内燃機関10は停止していて、車両が電動モータMの駆動力で走行している状態）において、車両の走行状態に応じてCPU71が動力切替機構Pのモードを同モータ走行モードからエンジン走行モード又はモータアシスト走行モードに変更したものと説明を続けると、この時点で機関始動条件が成立しているため、CPU71は図15のステップ1520に進んだとき「Yes」と判定してステップ1525に進み、燃料噴射制御実行中フラグXPWRの値を「0」から「1」に変更する。

## 【0167】

これにより、CPU71は、先に説明したように、図16のルーチンにより（再）始動前に上記始動前噴射処理を一回のみ実行するとともに、図17の始動中噴射制御ルーチンにより始動制御を完了した後、（再）始動後において、図18～図20の各ルーチンを繰り返し実行することにより内燃機関10を再び継続的に運転させる。

## 【0168】

そして、このように内燃機関10が駆動運転中である状態にてドライバーがイグニッションスイッチをONからOFFに変更したものとすると、この時点で機関停止条件が成立しているため、CPU71は図15のステップ1530に進んだとき「Yes」と判定してステップ1535に進み、燃料噴射制御実行中フラグXPWRの値を「1」から「0」に変更する。また、これにより、CPU71は図20のステップ2005にて「No」と判定してステップ2095に直接進むようになる。この結果、インジェクタ39からの燃料の噴射が停止されるとともに、点火プラグ37による点火も停止されて、内燃機関10は再び駆動運転を停止する。

## 【0169】

これにより、燃料噴射制御実行中フラグXPWRの値が「1」から「0」に変更されるため、図21のモータリング実行ルーチンにより再び電動モータMによるモータリングが実行されて、全ての気筒の吸気通路構成部材への燃料付着量が略ゼロにされた後、前述したステップ2155にて同モータリングが停止される

。そして、この時点では、イグニッションスイッチがOFFになっているのでCPU71はステップ2160に進んだとき、「No」と判定してステップ2165に進み、本燃料噴射量制御装置を含んだ内燃機関10に適用された上記システム全体を停止する。これにより、上述した図15～図21に示した全てのルーチンの実行が停止される。

#### 【0170】

以上のようにして、本燃料噴射量制御装置は、機関始動状態が成立する度に、始動前に上記始動前噴射処理を一回のみ実行するとともに、機関停止条件が成立する度に、全ての気筒の吸気通路構成部材への燃料付着量（推定値）が略ゼロになるまで電動モータMによる内燃機関10のモータリングを実行する。

#### 【0171】

以上説明したように、本発明による内燃機関の燃料噴射量制御装置の実施形態によれば、所定の機関停止条件が成立した直後に電動モータMによるモータリングを実行して吸気通路内に空気の流れを発生させることで、同空気の流れにより吸気通路構成部材へ付着している燃料を同吸気通路構成部材から強制的に離脱させて同吸気通路構成部材への実際の燃料付着量を全ての気筒に対して（略）ゼロ（燃料付着量ゼロ化判定基準量 $f_{wref}$ 未満）にする。そして、所定の機関始動条件が成立して上記数18に基づく（再）始動用の燃料の噴射が開始される直前に（始動前に）、同機関始動条件が成立して燃料の噴射が開始された後（始動後）の所定の時点（エンジン回転速度 $N_e$ が800rpmに達する時点）において吸気通路構成部材に実際に付着しているであろうと推定される量の燃料（始動前噴射量 $f_{w0}$ ）を予め全ての気筒に対して噴射した後、（再）始動用の燃料の噴射を開始する。また、そのとき、燃料付着量推定手段により推定される吸気通路構成部材への燃料付着量 $f_w(k)$ の初期値を前記始動前噴射量 $f_{w0}$ に設定した状態にて同燃料付着量推定手段による同燃料付着量の推定を開始する。従って、内燃機関10の再始動時における吸気通路構成部材への燃料付着量の推定値 $f_w(k)$ と実際値とを確実に一致させることができる。この結果、内燃機関10の再始動時における燃料噴射量 $f_i(k)$ を適正な量になるように決定して狙いとする空燃比を得ることができることから、同再始動時の始動性が良好となり、また、エミッションの排出

量が抑制された。

#### 【 0 1 7 2 】

また、内燃機関 1 0 のモータリングを実行している間、EGRバルブ 5 5 を開状態に維持するように構成しているので、モータリング実行中に温度の高い排気ガスの一部が吸気通路内に導入されて、吸気通路構成部材に付着している燃料の近傍を通過する吸気（空気と排気ガスとの混合気）の温度が高くなる。その結果、吸気通路構成部材に付着している燃料の蒸発が促進されるので、モータリング開始から吸気通路構成部材への実際の燃料付着量が略ゼロになるまでの時間を短縮することができる。従って、電動モータ M にモータリングを実行させる時間を短縮することができ、電動モータ M の消費エネルギーを少なくすることができた。

#### 【 0 1 7 3 】

また、上記のように、上記始動前噴射量  $f_{w0}$  の燃料を予め全ての気筒に対して噴射した後、燃料付着量推定手段により推定される吸気通路構成部材への燃料付着量  $f_w(k)$  の初期値を前記始動前噴射量  $f_{w0}$  に設定してから、上記数 1 8 に基く（再）始動用の燃料の噴射を開始する。従って、再始動時において吸気通路構成部材に付着している始動前噴射量  $f_{w0}$  の燃料のうち同吸気通路構成部材から離脱してシリンダ内に吸入される燃料の量  $(1-P) \cdot f_{w0}$  だけ燃料噴射手段（インジェクタ 3 9）から噴射される燃料噴射量  $f_i(k)$  を少なくすることができる。よって、内燃機関 1 0 の再始動時において吸気通路構成部材への燃料付着量の推定値  $f_w(k)$  と実際値とを一致させることができ、且つ、燃料噴射手段から噴射される燃料噴射量  $f_i(k)$  を少なくすることができる。この結果、内燃機関 1 0 の再始動時において燃料噴射量  $f_i(k)$  を適正な量に決定して狙いとする空燃比を得ることができ、ことに加え、排気ガス中の HC、CO 等の未燃成分の排出量を抑制することができた。

#### 【 0 1 7 4 】

本発明は上記実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。例えば、上記実施形態においては、機関停止条件成立後、電動モータにより内燃機関 1 0 をモータリングすることにより吸気

通路構成部材への燃料付着量を強制的に略ゼロにしているが、機関停止条件成立後、吸気通路構成部材を加熱する加熱手段により同吸気通路構成部材を加熱することで、同吸気通路構成部材に付着している燃料の蒸発を促進させて、同燃料を強制的に略ゼロにするように構成してもよい。

## 【 0 1 7 5 】

また、上記実施形態においては、電動モータMの駆動力により内燃機関10をモータリングしているが、スタータSの駆動力により同内燃機関10をモータリングするように構成してもよい。

## 【 0 1 7 6 】

また、上記実施形態においては、機関停止条件成立時点において燃料付着モデルが計算している吸気通路構成部材への燃料付着量 $f_w(k+1)$ を初期値として、同機関停止条件成立時点以降モータリング実行中において時間の経過とともに減少していく吸気通路構成部材への燃料付着量 $f_w(k)$ を推定し、同推定した吸気通路構成部材への燃料付着量 $f_w(k)$ が略ゼロ（燃料付着量ゼロ化判定基準量 $f_{wref}$ 未満）になったときに同モータリングを停止させるように構成されているが、同モータリングの継続時間を一定の所定時間 $T_0$ に設定してもよい。この場合、所定時間 $T_0$ は、機関停止条件成立時点において前記燃料付着量 $f_w(k)$ が想定し得る最大値になっているときでも、モータリングにより同燃料付着量 $f_w(k)$ を略ゼロにまで減少させるために必要な時間以上に設定すればよい。

## 【 0 1 7 7 】

また、上記実施形態においては、モータリング実行中において所定時間の経過毎に減少していく吸気通路構成部材への燃料付着量 $f_w(k)$ を、上記数19に基き残留率 $P_1$ を用いて推定しているが、モータリング実行中の燃料付着量 $f_w(k)$ を、所定時間の経過毎に所定の減少量 $\Delta f_w$ だけ減少するものとして推定するように構成してもよい。この場合、モータリング実行中の吸気通路構成部材への燃料付着量 $f_w(k)$ がゼロ又は負になった時点で、モータリングを停止するように構成すればよい。

## 【 0 1 7 8 】

また、本燃料噴射量制御装置においては、以下のようにして、内燃機関10を

始動させる度に上記数 1 7 及び数 1 8 の計算に使用する残留率 $P$ 及び付着率 $R$ を同定するように構成してもよい。即ち、本装置は、先ず、機関始動条件成立後、上記数 1 8 に基く燃料噴射量 $f_i(k)$ の燃料の噴射が開始された時点から所定の期間内における、数 1 8 の計算に実際に使用した同燃料噴射量 $f_i(k)$ の履歴及び燃料付着量 $f_w(k)$ の履歴、並びに、図 8 に示したモデルに従って計算されている吸入空気量相当値 $KLFWD$ の履歴、及び空燃比センサ 6 9 の出力電圧 $v_{abyfs}$ に基く空燃比 $A/F$ の履歴をそれぞれ $RAM\ 7\ 3$ に記憶する。次に、 $RAM\ 7\ 3$ に記憶されている吸入空気量相当値 $KLFWD$ の履歴及び空燃比 $A/F$ の履歴から実際の要求燃料噴射量 $f_{c1}(k)$  ( $= (KLFWD/(A/F))$ ) の履歴を求め、これを $RAM\ 7\ 3$ に記憶する。次いで、 $RAM\ 7\ 3$ に記憶されている燃料噴射量 $f_i(k)$ の履歴、及び燃料付着量 $f_w(k)$ の履歴を上記数 1 7 に適用するとともに、同燃料噴射量 $f_i(k)$ の履歴、同燃料付着量 $f_w(k)$ の履歴、及び $RAM\ 7\ 3$ に記憶されている実際の要求燃料噴射量 $f_{c1}(k)$ の履歴を上記数 1 8 に適用する。これにより、数 1 7 及び数 1 8 の 2 つの式において、未知数は残留率 $P$ 及び付着率 $R$ の 2 つになるので、この結果、本装置は、残留率 $P$ 及び付着率 $R$ を同定することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明による内燃機関の燃料噴射量制御装置を適用した火花点火式多気筒内燃機関を搭載した車両の動力伝達系についての概略構成図である。

【図 2】 本発明による内燃機関の燃料噴射量制御装置を火花点火式多気筒内燃機関に適用したシステムの概略構成図である。

【図 3】 図 2 に示した特定の気筒の燃焼室、及び同燃焼室の近傍部分を概念的に示した平面図である。

【図 4】 図 2 に示したエアフローメータの概略斜視図である。

【図 5】 図 4 に示したエアフローメータの熱線計量部の拡大斜視図である。

【図 6】 図 2 に示した $CPU$ が参照するエアフローメータの出力と吸入空気量（吸入空気流量）との関係を規定したテーブルを示したグラフである。

【図 7】 吸気弁閉時の吸気管圧力を予測する方法を説明するために、スロットルバルブ開度の変化と各種のモデルにより計算される吸気管圧力の変化を示したタイムチャートである。

【図 8】 図 2 に示した燃料噴射量制御装置が吸気弁閉時の筒内吸入空気量に相当する値を推定するために採用した各種モデルの接続関係を示す機能ブロック図である。

【図 9】 図 2 に示した CPU が参照するアクセルペダル操作量と目標スロットルバルブ開度との関係を規定したテーブルを示したグラフである。

【図 1 0】 図 2 に示した CPU が参照する応答放熱量の和とエアフローメータが出力するであろう値に基づくスロットル通過空気量との関係を規定したテーブルを示したグラフである。

【図 1 1】 図 2 に示した燃料噴射量制御装置による燃料付着量の推定方法を説明するために、インジェクタから噴射された燃料が吸気通路に付着する様子を概念的に示した図である。

【図 1 2】 図 2 に示したインジェクタから噴射された燃料量と、吸気通路を構成する部材への燃料付着量、及び筒内に流入する燃料量の関係を説明するための図である。

【図 1 3】 図 2 に示した CPU が参照する冷却水温と残留率及び付着率との関係をそれぞれ規定したテーブルを、EGR バルブが開状態となっている場合と EGR バルブが閉状態となっている場合とで分けて示したグラフである。

【図 1 4】 図 1 4 (a) は、内燃機関の始動時における一吸気行程あたりの筒内吸入空気量  $Q$  の時間に対する変化を示したタイムチャートであり、図 1 4 (b) は、同内燃機関の始動時におけるエンジン回転速度の時間に対する変化を示したタイムチャートである。

【図 1 5】 図 2 に示した CPU が実行する燃料噴射制御実行中フラグの値を設定するためのルーチンを示したフローチャートである。

【図 1 6】 図 2 に示した CPU が実行する始動前噴射処理を行うためのルーチンを示したフローチャートである。

【図 1 7】 図 2 に示した CPU が実行する始動中噴射制御を行うためのルーチンを示したフローチャートである。

【図 1 8】 図 2 に示した CPU が実行するスロットルバルブ開度を制御するためのルーチンを示したフローチャートである。

【図 1 9】 図 2 に示した CPU が実行する吸気弁開閉タイミング及び S C V 開度を制御するためのルーチンを示したフローチャートである。

【図 2 0】 図 2 に示した CPU が実行する始動後噴射制御を行うためのルーチンを示したフローチャートである。

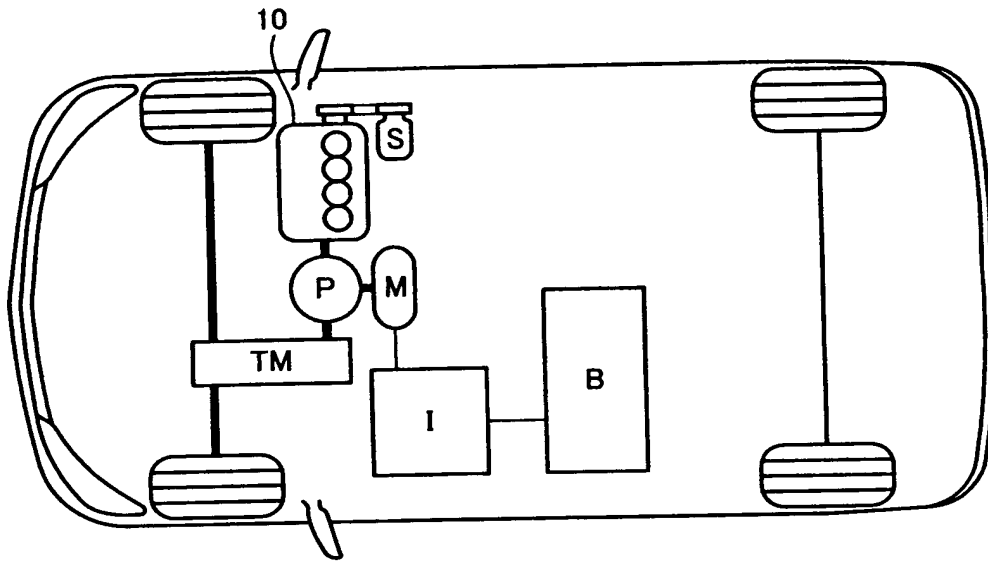
【図 2 1】 図 2 に示した CPU が実行するモータリングを行うためのルーチンを示したフローチャートである。

【符号の説明】

1 0 …火花点火式多気筒内燃機関、 2 0 …シリンダブロック部（エンジン本体部）、 2 5 …燃焼室、 3 1 …吸気ポート、 3 2 …吸気弁、 3 9 …インジェクタ、 4 1 …吸気管、 4 3 …スロットルバルブ、 7 0 …電気制御装置、 7 1 …CPU、 M …電動モータ、 P …動力切替機構。

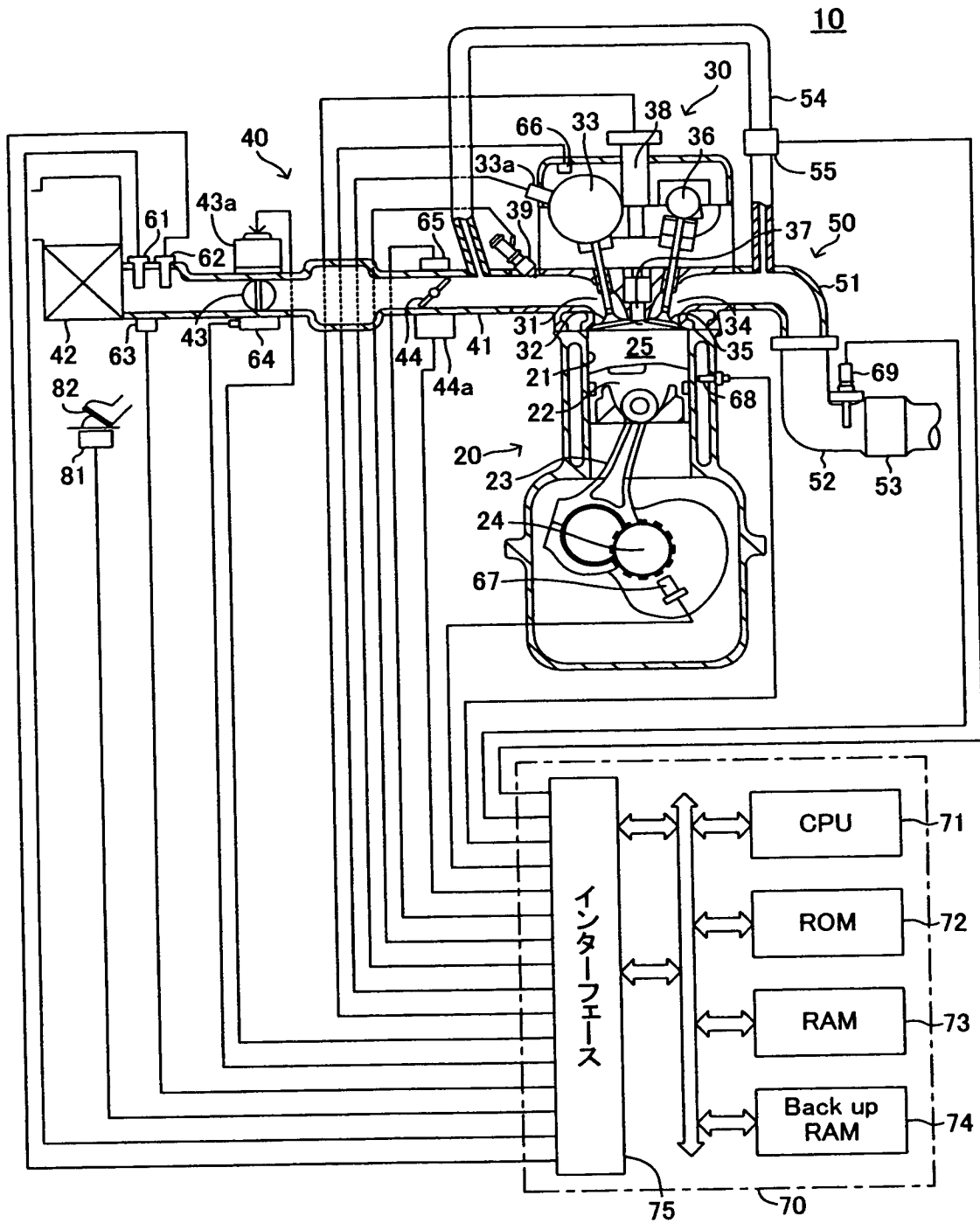
【書類名】 図面

【図 1】

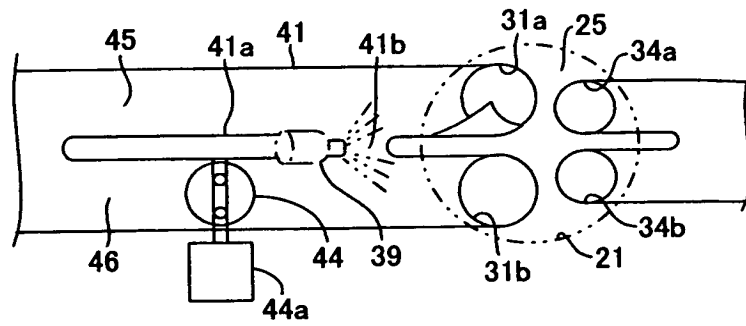




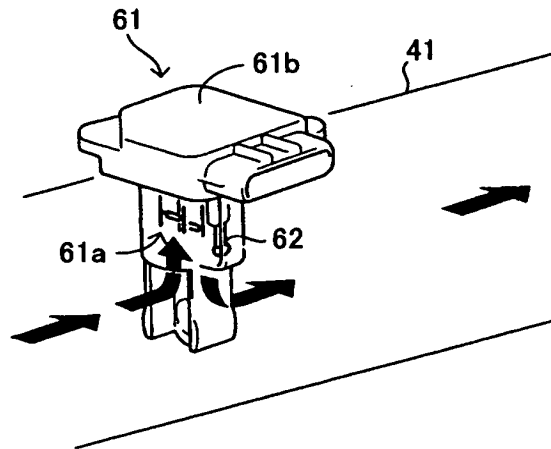
【図 2】



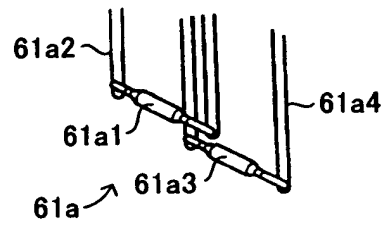
【図 3】



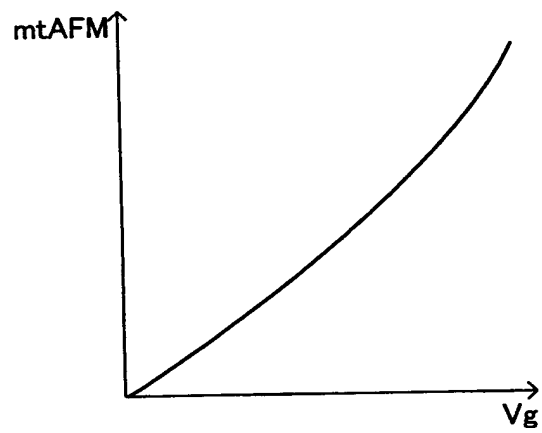
【図 4】



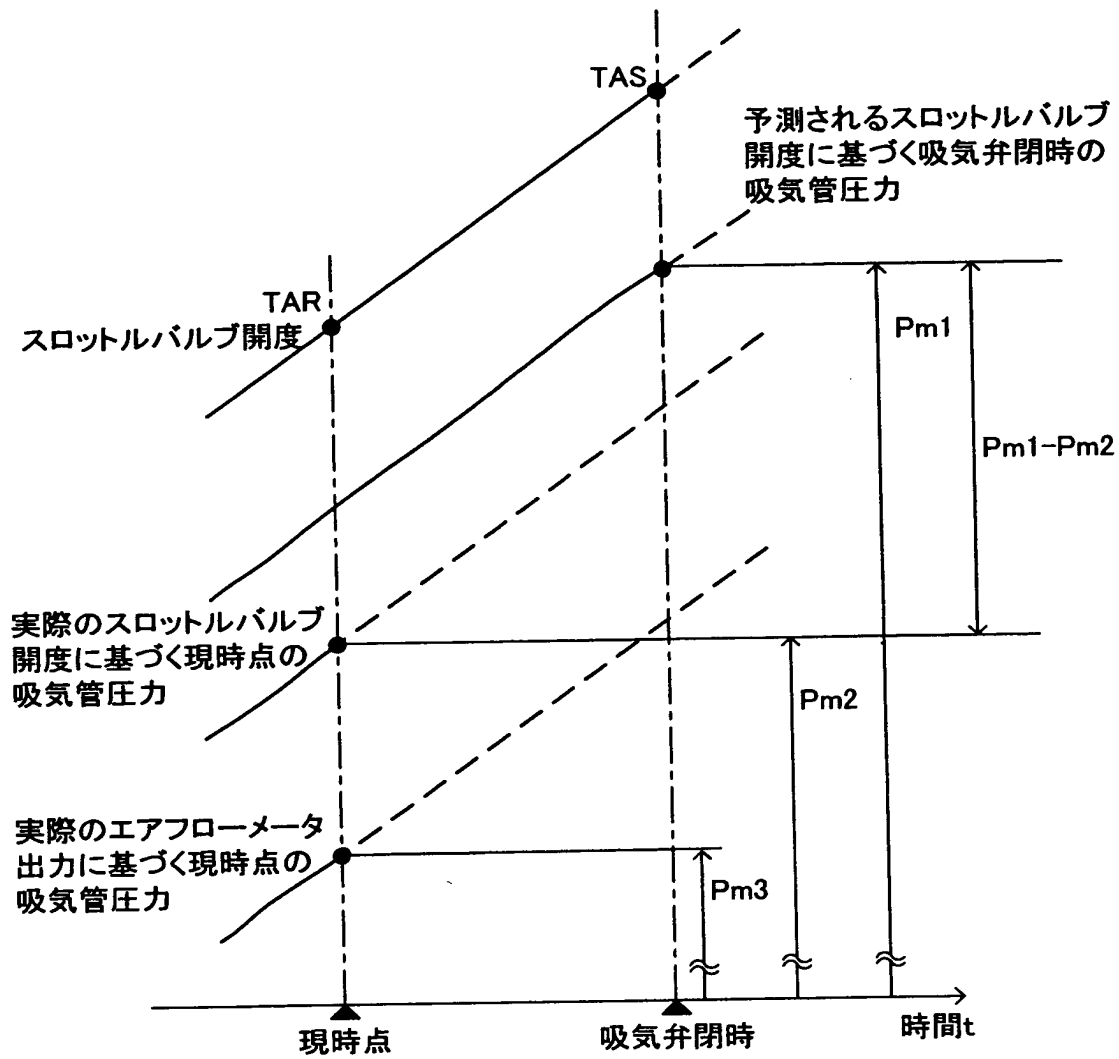
【図 5】



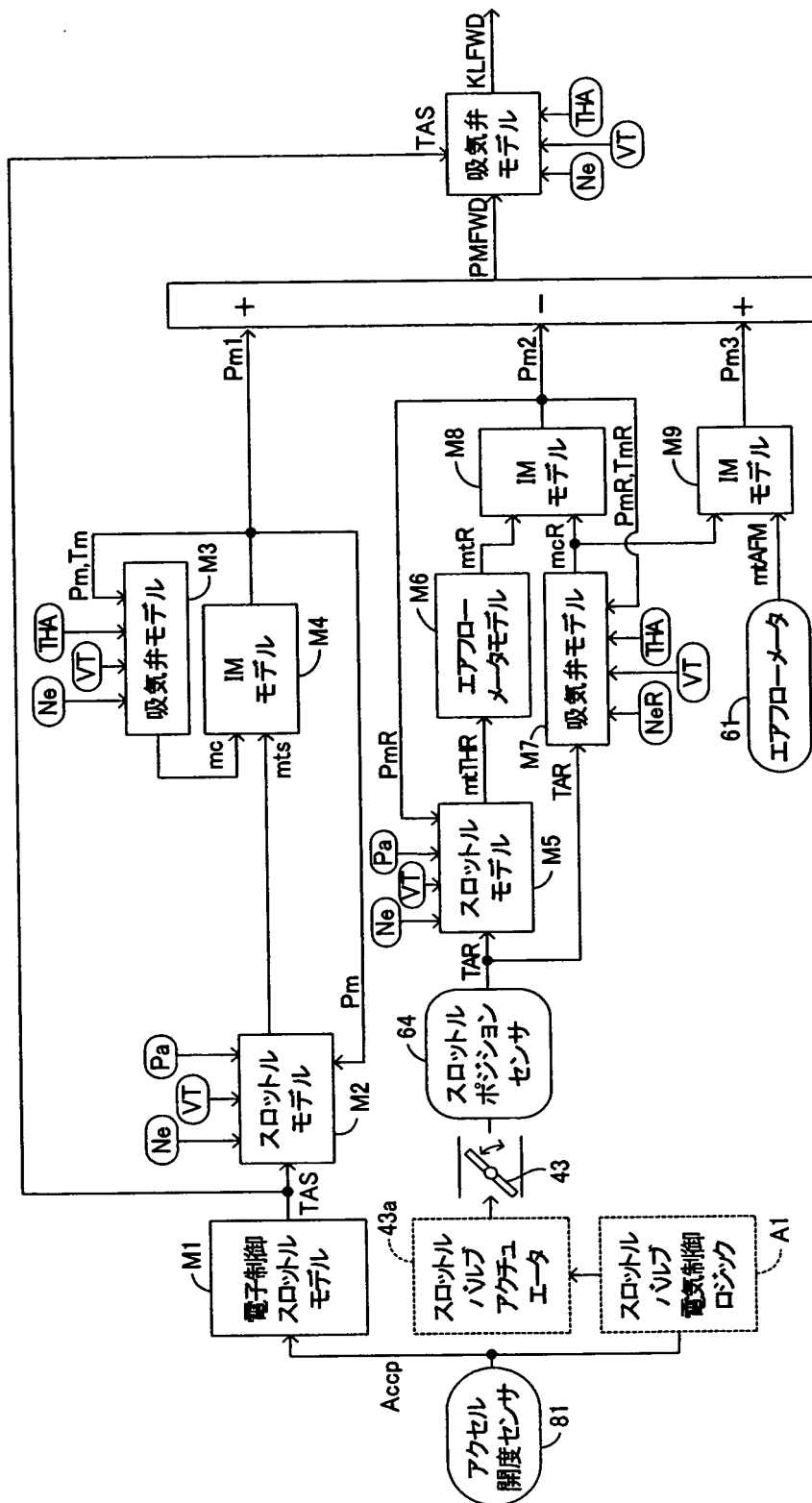
【図 6】



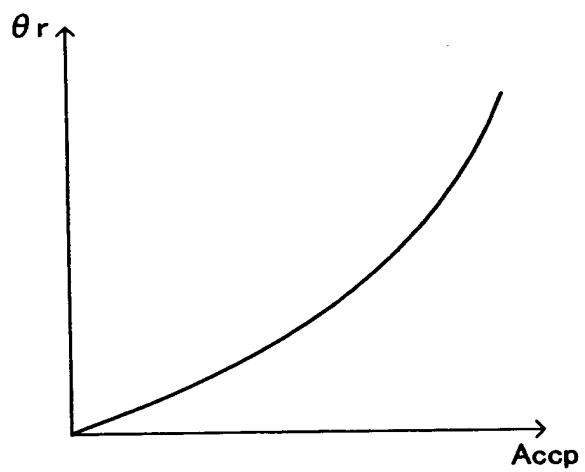
【図 7】



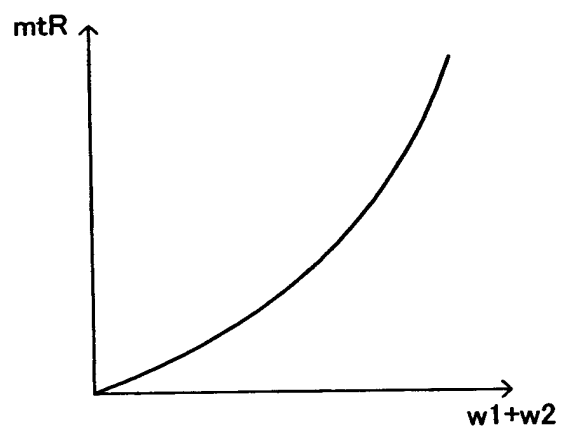
【図 8】



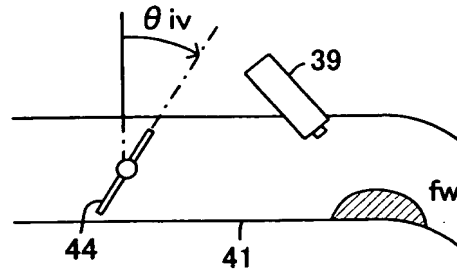
【図 9】



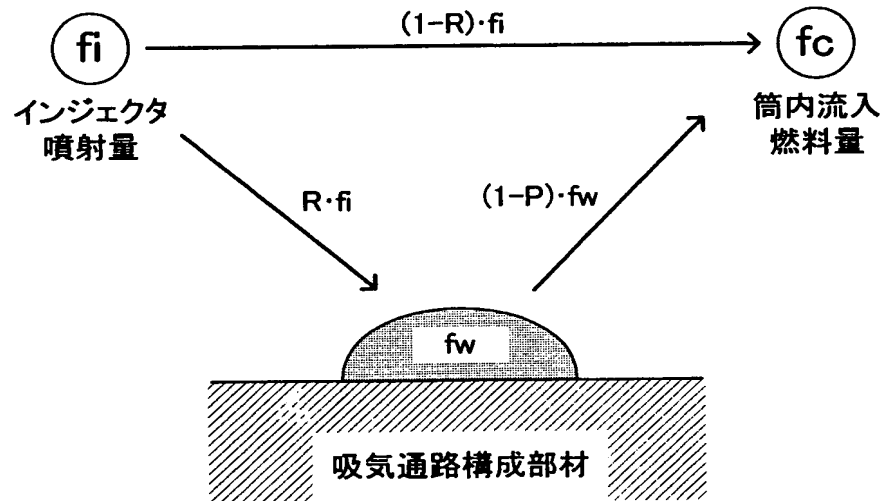
【図 1 0】



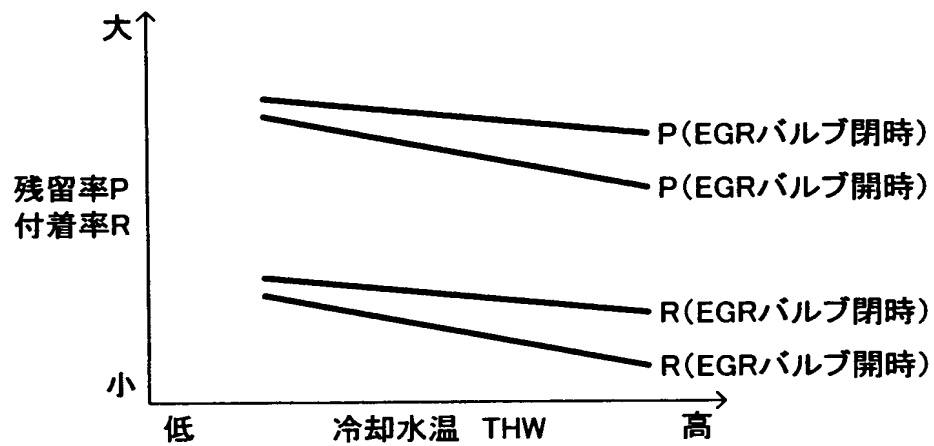
【図 1 1】



【図 1 2】

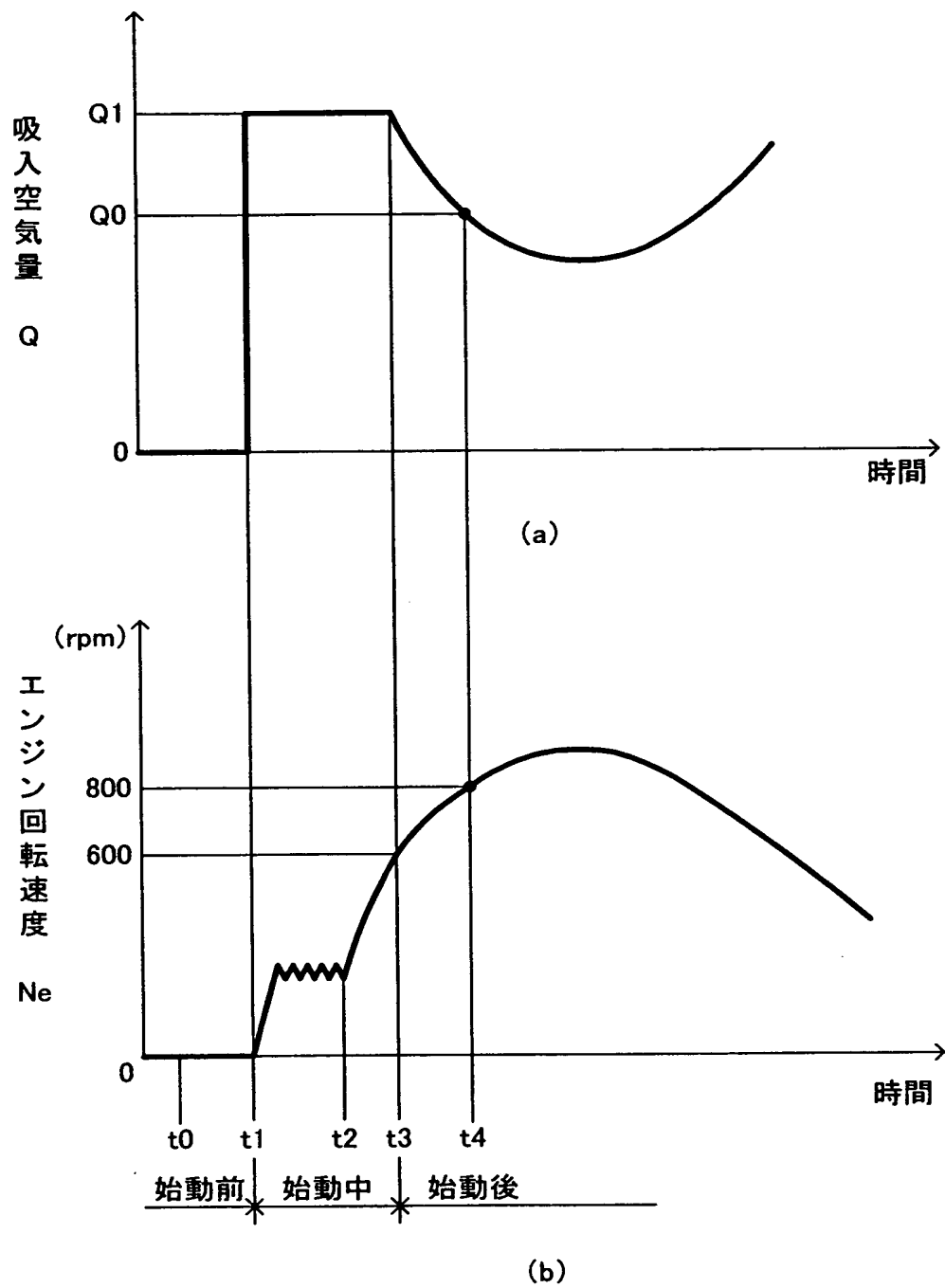


【図 1 3】

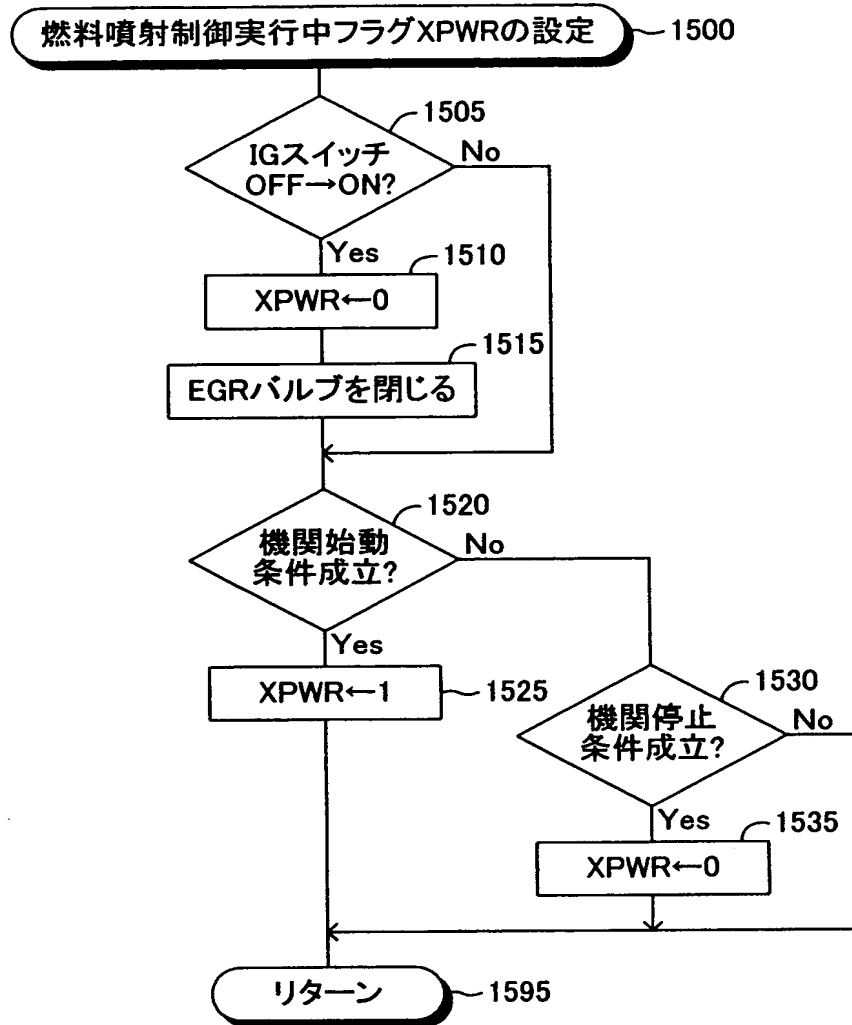




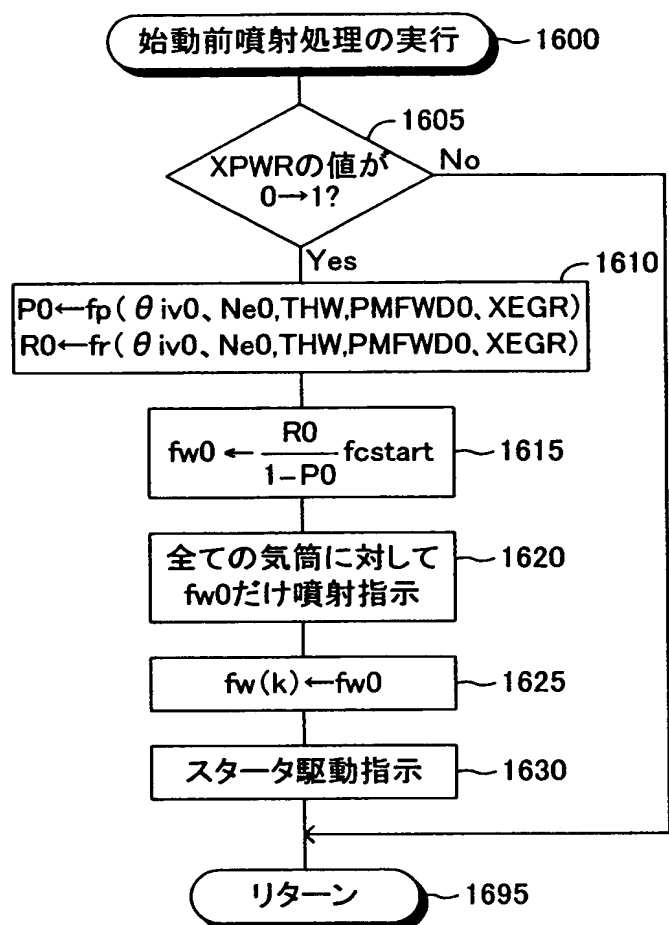
【図 1 4】



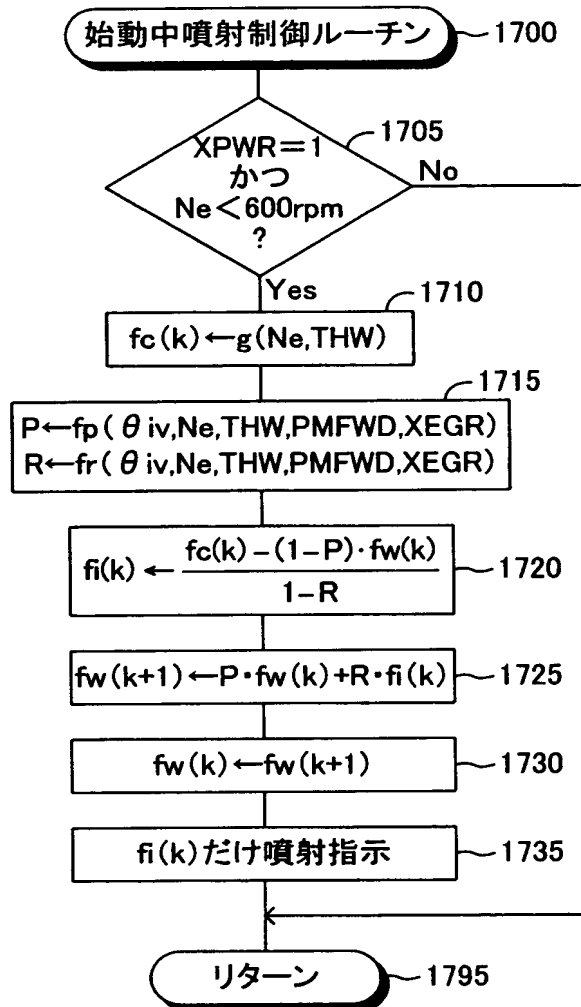
【図 1 5】



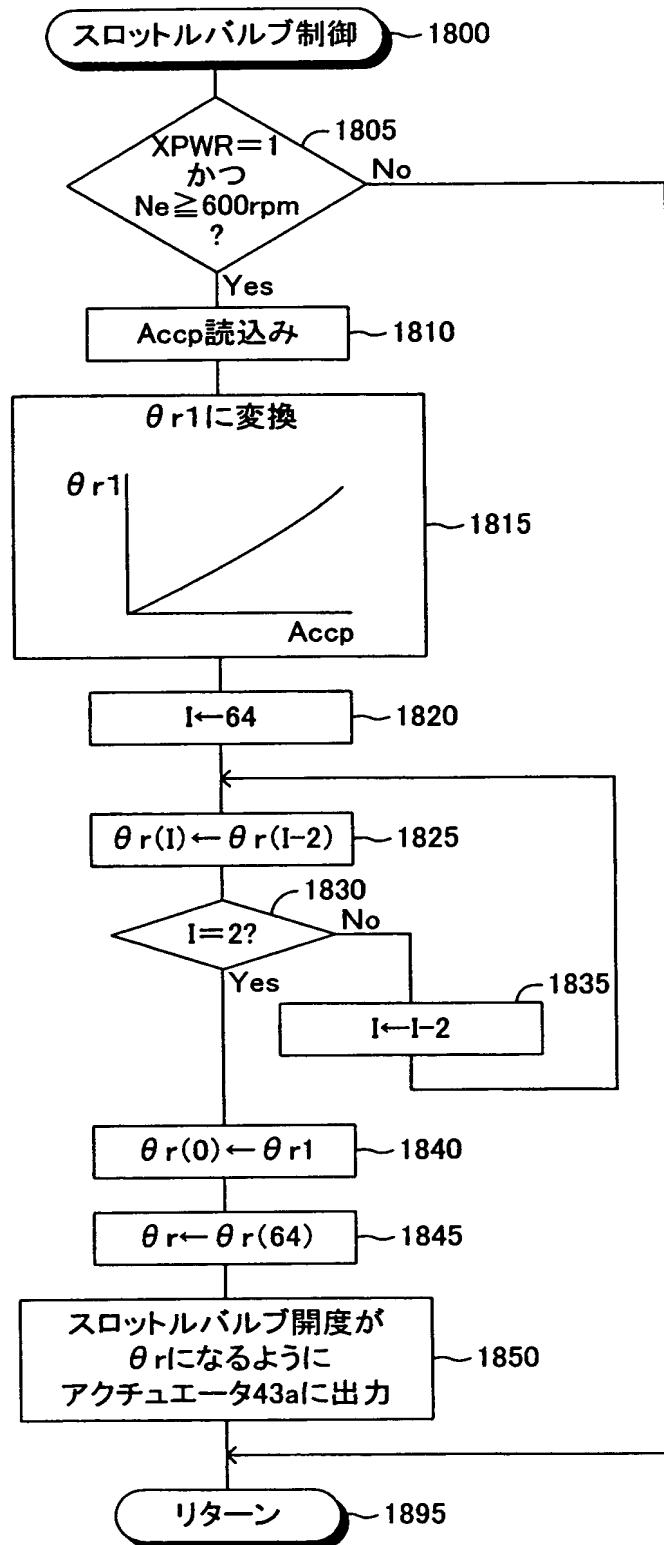
【図 1 6】



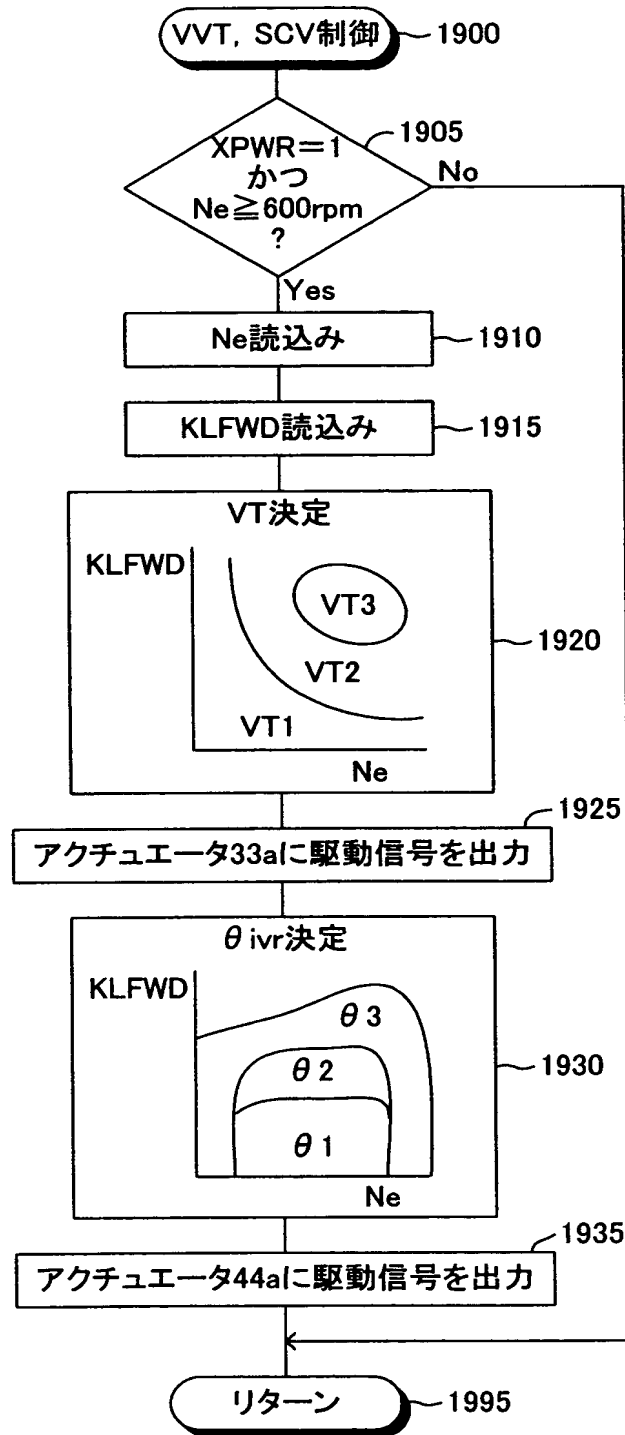
【図 1 7】



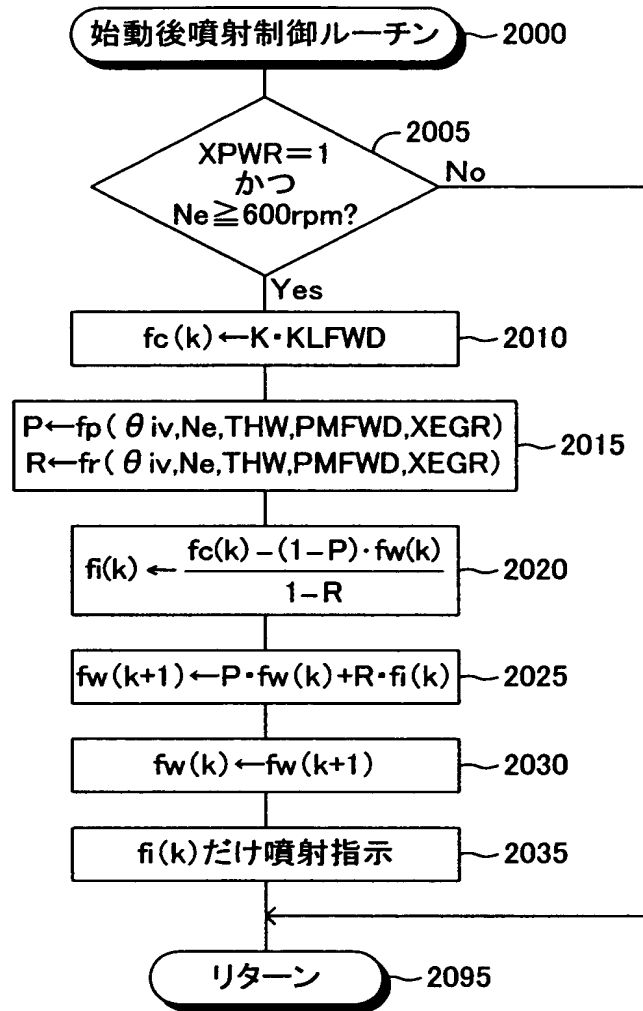
【図 1 8】



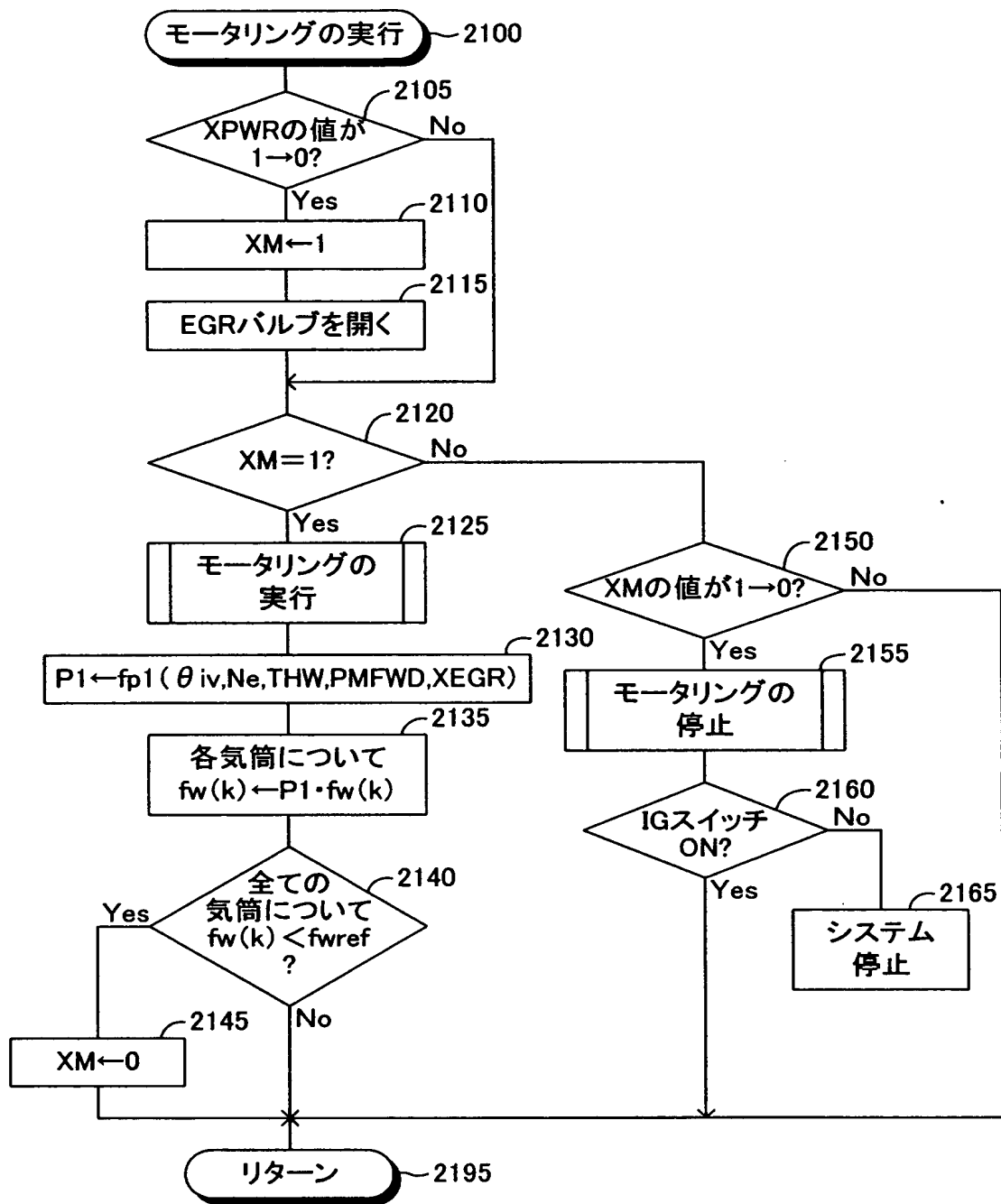
【図 1 9】



【図 2 0】



【図 21】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 内燃機関の再始動時における燃料噴射量をより一層適正に決定することができる内燃機関の燃料噴射量制御装置を提供すること。

【解決手段】 この燃料噴射量制御装置は、内燃機関 1 0 が機関停止条件成立により停止した直後に電動モータ M による内燃機関のモータリングを実行し、内燃機関の吸気通路内に発生する空気の流れにより吸気通路構成部材に付着している燃料を同吸気通路構成部材から強制的に離脱させて実際の燃料付着量を（略）ゼロにする。その後、機関始動条件成立により再始動用の燃料の噴射を開始する際、再始動後の所定の時点において吸気通路構成部材に実際に付着していると予測される所定量の燃料を予め前記吸気通路に噴射するとともに吸気通路構成部材への燃料付着量推定値の初期値を同所定量に設定した状態にて同燃料付着量の推定を開始する。そして、この推定した燃料付着量に基いて燃料噴射量を決定する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号 特願 2 0 0 2 - 3 1 0 6 4 9  
受付番号 5 0 2 0 1 6 0 9 8 2 7  
書類名 特許願  
担当官 第三担当上席 0 0 9 2  
作成日 平成 1 4 年 1 0 月 2 8 日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】 平成14年10月25日  
【特許出願人】  
【識別番号】 000003207  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社  
【代理人】 申請人  
【識別番号】 100088971  
【住所又は居所】 愛知県名古屋市中村区太閤3丁目1番18号 名  
古屋K Sビル プロスペック特許事務所  
【氏名又は名称】 大庭 咲夫  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100115185  
【住所又は居所】 愛知県名古屋市中村区太閤3丁目1番18号 名  
古屋K Sビル プロスペック特許事務所  
【氏名又は名称】 加藤 慎治  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100115233  
【住所又は居所】 愛知県名古屋市中村区太閤3丁目1番18号 名  
古屋K Sビル プロスペック特許事務所  
【氏名又は名称】 樋口 俊一

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名 トヨタ自動車株式会社